

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**ESTUDO DE CONCEPÇÃO DE MELHORIAS E
INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO NOS
MUNICÍPIOS DE ALEXÂNIA E DE SANTO ANTÔNIO DO
DESCOBERTO - GO**

GUSTAVO ARAÚJO RANGEL
MARCOS FREITAS MOURÃO DOS SANTOS

ORIENTADOR: OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM RECURSOS
HÍDRICOS E SANEAMENTO**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ESTUDO DE CONCEPÇÃO DE MELHORIAS E
INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO NOS
MUNICÍPIOS DE ALEXÂNIA E DE SANTO ANTÔNIO DO
DESCOBERTO - GO**

**GUSTAVO ARAÚJO RANGEL
MARCOS FREITAS MOURÃO DOS SANTOS**

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2 SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO, Doutor (UnB)

**CONCEIÇÃO DE MARIA ALBUQUERQUE ALVES, PhD (UnB)
(EXAMINADORA INTERNA)**

**ALEXANDRE ARAÚJO GODEIRO CARLOS, MSc (Fiocruz)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 10 de DEZEMBRO de 2015.

FICHA CATALOGRÁFICA

RANGEL, GUSTAVO ARAÚJO; DOS SANTOS, MARCOS FREITAS MOURÃO. Estudo de concepção de melhorias em saneamento básico nos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto - GO. [Distrito Federal] 2015. xiv, 90 p., 210x297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2015) Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.	
1. Saneamento Básico	2. RIDE-DF
3. Alexânia	4. Santo Antônio do Descoberto
I. ENC/FT/UnB	II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RANGEL, G.A.; DOS SANTOS, M.F.M. (2015). **Estudo de concepção de melhorias em saneamento básico nos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto - GO.** Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-001/15, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 90 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: GUSTAVO ARAÚJO RANGEL; MARCOS FREITAS MOURÃO DOS SANTOS.

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Estudo de concepção de melhorias em saneamento básico nos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto - GO.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2015.

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

Gustavo Araújo Rangel
SQN 106 Bl. H Apt. 205
70.274-080 – Asa Norte/DF – Brasil

Marcos Freitas Mourão dos Santos
SMPW Qd. 25 Cj. 2 Lt. 6 Casa G
71.745-502 – Park Way/DF – Brasil

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Oscar de Moraes Cordeiro Netto que, como professor e orientador, nos guiou durante os últimos semestres, culminando na produção deste projeto final de graduação, nossos sinceros agradecimentos. Além da educação, da disponibilidade de atendimento e de suas ponderações, o professor conseguiu, através deste tema, nos proporcionar uma visão geral do funcionamento e das dificuldades práticas da engenharia, bem como o seu lugar em questões complexas como o planejamento do saneamento ambiental. Para nós, esse é o maior objetivo do professor e a maior honra do aluno.

Nossos agradecimentos especiais aos membros da banca avaliadora, Professora Conceição de Maria Albuquerque Alves e o Engenheiro Alexandre Araújo Godeiro Carlos, MSc, por seu tempo, atenção e pelas sugestões que visam à melhora desta monografia.

O Engenheiro Antônio José de Brito, o Professor Ricardo Silveira Bernardes e o Professor Henrique Llacer Roig foram muito importantes para a conclusão deste relatório. Suas críticas e sugestões foram essenciais e, por isso, somos gratos.

Finalmente, mas não menos importante, gostaríamos de agradecer às nossas famílias que nos acompanharam e apoiaram durante a produção não só deste trabalho, mas também durante toda nossa vida.

Novamente, a todos, nosso muitíssimo obrigado.

RESUMO

A aprovação da Lei nº 11.445/2007 tornou obrigatória a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico. No contexto da RIDE-DF, o rápido crescimento da região não foi acompanhado de um planejamento adequado. O Distrito Federal e o Entorno são marcados pela “desigualdade” e isso não é diferente no saneamento. Os municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto, especificamente, possuem sérios déficits, especialmente nas áreas de esgotamento sanitário e disposição dos resíduos sólidos. O planejamento dos sistemas de saneamento não pode ser desvinculado da construção de cenários de médio e longo prazo, baseados nas projeções populacionais, e na previsão de custos de implantação de infraestrutura necessária para atender as demandas atuais e futuras. Os sistemas propostos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto foram baseados em projeções realizadas através de indicadores históricos obtidos juntamente à agências e associações ligadas ao saneamento, bem como pesquisas locais. Até o ano de 2035, a demanda calculada para o abastecimento de água em Alexânia é de 5.871 habitantes e, para o esgotamento sanitário, 13.457. Esses números geraram um custo médio de R\$ 1.175,33 por habitante para o abastecimento de água e R\$ 1.431,74 para o esgotamento sanitário. Em Santo Antônio do Descoberto, as demandas são de 22.073 habitantes para o abastecimento de água e 46.399 habitantes para o esgotamento sanitário, com custos médios de R\$ 1.162,98 e R\$ 1.418,49, respectivamente. Quanto ao manejo de resíduos sólidos, o dimensionamento dos aterros sanitários teve como base séries históricas de geração per capita média de lixo do Estado de Goiás. Assim sendo, as áreas superficiais dos aterros propostos para Alexânia e Santo Antônio do Descoberto foram de 1,13 e 3,26 hectares, respectivamente. Já os custos de implantação por tonelada variam entre R\$ 65,27 e R\$ 185,49 para Alexânia e entre R\$ 39,80 e R\$ 71,80 para Santo Antônio do Descoberto. Ainda se propôs a construção de um aterro conjunto para atender aos dois municípios, com área superficial de 4,39 hectares, com custo por tonelada variando entre R\$ 35,58 e R\$ 94,70. Para o manejo de águas pluviais, não foram encontradas metodologias adequadas para uma estimativa de custo de implantação condizente com as condições de contorno dos municípios. Dessa maneira, apresentou-se um estudo hidrológico para os municípios, visando que este sirva como base para futuros projetos de micro e macrodrenagem. Finalmente, espera-se que este trabalho auxilie no processo de elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico, tendo em vista as metas estipuladas.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.2	METODOLOGIA.....	2
2	ÁGUA E ESGOTO	5
2.1	ESTIMATIVA DA DEMANDA.....	5
2.1.1	PROJEÇÃO POPULACIONAL	5
2.1.2	INDICADORES DO SNIS E DO IBGE UTILIZADOS	9
2.1.3	INFORMAÇÕES E INDICADORES HISTÓRICOS	13
2.1.4	PROJEÇÕES E METAS	13
2.1.5	INDICADORES E INFORMAÇÕES ESTIMADOS	14
2.1.6	DEMANDA.....	14
2.2	ESTIMATIVA DOS PREÇOS.....	21
2.2.1	ATUALIZAÇÃO MONETÁRIA.....	21
2.2.2	TÉCNICAS E MÉTODOS DE CÁLCULO.....	23
2.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS – ÁGUA E ESGOTO	51
3	RESÍDUOS SÓLIDOS.....	52
3.1	INTRODUÇÃO.....	52
3.1.1	PRINCÍPIOS E OBJETIVOS.....	52
3.1.2	PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	53
3.1.3	PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	54
3.1.4	PLANO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	54
3.2	ESTUDO PRELIMINAR DA SELEÇÃO DE ÁREA PARA ATERRO DE RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS	55
3.2.1	RESTRIÇÃO QUANTO AOS RECURSOS HÍDRICOS.....	55
3.2.2	RESTRIÇÃO QUANTO A PROXIMIDADE DE RODOVIAS	56
3.2.3	RESTRIÇÃO QUANTO A PROXIMIDADE DO PERÍMETRO URBANO....	57
3.2.4	RESTRIÇÃO QUANTO À DECLIVIDADE	58

3.3	QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	60
3.3.1	DIMENSIONAMENTO DE ATERROS	63
3.3.2	DIVISÃO DO ATERRO EM CÉLULAS	65
3.4	ESTIMATIVA DE CUSTOS – ATERROS SANITÁRIOS	67
3.4.1	BNDES	67
3.4.2	OTIMIZAÇÃO DE CARGAS EM ATERROS SANITÁRIOS REGIONAIS ..	73
3.4.3	MINISTÉRIOS DAS CIDADES.....	78
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS – RESÍDUOS SÓLIDOS.....	80
4	DRENAGEM URBANA.....	82
4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	82
4.2	CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA	83
4.2.1	ÍNDICES DE CHUVA.....	84
4.2.2	EQUAÇÃO DE CHUVA	86
5	CONCLUSÕES E PRÓXIMOS PASSOS	87
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma da metodologia empregada no presente relatório	4
Figura 2: Taxa de urbanização – Alexânia	7
Figura 3: Taxa de urbanização – Santo Antônio do Descoberto	7
Figura 4: Habitantes permanentes por economia residencial ativa de água – Alexânia.....	8
Figura 5: Habitantes permanentes por economia residencial ativa de água – Santo Antônio do Descoberto.....	9
Figura 6: Esquema ilustrativo para cálculo da demanda	9
Figura 7: Extensão da rede de água – Alexânia.....	18
Figura 8: Volume de água produzido – Alexânia.....	18
Figura 9: Volume de reservação necessário – Alexânia.....	19
Figura 10: Extensão da rede de esgotos – Alexânia	19
Figura 11: Volume de esgotos tratados – Alexânia.....	19
Figura 12: Extensão da rede de água – Santo Antônio do Descoberto.....	20
Figura 13: Volume de água produzido – Santo Antônio do Descoberto.....	20
Figura 14: Volume de reservação necessário – Santo Antônio do Descoberto.....	20
Figura 15: Extensão da rede de esgotos – Santo Antônio do Descoberto	21
Figura 16: Volume de esgotos tratados – Santo Antônio do Descoberto.....	21
Figura 17: Divisão dos investimentos por subgrupos, PMSS - Alexânia.....	26
Figura 18: Divisão dos investimentos por subgrupos, PMSS – Santo Antônio do Descoberto	26
Figura 19: Divisão dos investimentos por subgrupos,ICR - Alexânia	35
Figura 20: Divisão dos investimentos por subgrupos, ICR – Santo Antônio do Descoberto...	35
Figura 21: Divisão dos investimentos por subgrupos, Furnas – Alexânia	42
Figura 22: Divisão dos investimentos por subgrupos, Furnas – Santo Antônio do Descoberto	42
Figura 23: Divisão dos investimentos por subgrupos, RIDE/03 – Alexânia.....	47
Figura 24: Divisão dos investimentos por subgrupo, RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto	47
Figura 25: Restrição de proximidade de rios e corpos hídricos para a locação de aterros sanitários.....	56
Figura 26: Restrição quanto a proximidade de rodovias	57
Figura 27: Restrição quanto a proximidade de centros urbanos.....	58
Figura 28: Restrição quanto a declividades muito baixas ou altas.	59

Figura 29: Restrições globais e sugestão de localização dos aterros sanitários.	60
Figura 30: Croqui de aterro sanitário de trincheira.....	64
Figura 31: Curvas de custos de pré-implantação, implantação, encerramento e pós encerramento em função da capacidade dos aterros sanitários.	70
Figura 32: Curva de custo de operação em função da capacidade dos aterros sanitários.	70
Figura 33: Curva de custos de implantação de aterros sanitários.....	79
Figura 34: Índice de chuva total mensal – Alexânia	84
Figura 35: Número de dias de chuva por mês – Alexânia.....	84
Figura 36: Índice de máximas diárias de chuva, por mês – Alexânia	85
Figura 37: Índice de chuva total mensal – Santo Antônio do Descoberto	85
Figura 38: Número de dias de chuva por mês – Santo Antônio do Descoberto.....	85
Figura 39: Índice de máximas diárias de chuva – Santo Antônio do Descoberto	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Populações totais dos municípios - Estimativas	6
Tabela 2: Populações totais e taxas de crescimento – Alexânia.....	6
Tabela 3: Populações totais e taxas de crescimento – Santo Antônio do Descoberto.....	7
Tabela 4: Número de domicílios dos municípios	8
Tabela 5: Informações, indicadores, unidades e equações utilizados.....	11
Tabela 6: Metas adotadas para cada município	14
Tabela 7: Capacidades instaladas existentes nos municípios	15
Tabela 8: Demandas calculadas - Alexânia	16
Tabela 9: Demandas calculadas – Santo Antônio do Descoberto	17
Tabela 10: Série histórica do INCC-M.....	22
Tabela 11: Resumo necessidade de investimentos pelo PMSS – Alexânia	26
Tabela 12: Resumo necessidade de investimentos pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto	26
Tabela 13: Parâmetros considerados para a estimativa de custo para expansão de rede de água pelo PMSS	27
Tabela 14: Parâmetros considerados para a estimativa do custo de ligação de água com hidrômetro - PMSS	27
Tabela 15: Necessidade de investimentos em rede de água pelo PMSS – Alexânia.....	28
Tabela 16: Necessidade de investimentos em rede de água pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto	28
Tabela 17: Parâmetros considerados para a estimativa de custo para expansão de rede de coleta de esgoto pelo PMSS	29
Tabela 18: Parâmetros considerados para a estimativa do custo para expansão de rede dupla de esgoto, pelo passeio, pelo PMSS	29
Tabela 19: Necessidade de investimentos em rede de esgoto pelo PMSS – Alexânia.....	30
Tabela 20: Necessidade de investimentos em rede de esgoto pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto	30
Tabela 21: Parâmetros considerados para a estimativa de custo para implantação de sistema de produção de água pelo PMSS	31
Tabela 22: Parâmetros considerados para a estimativa de custo para implantação de sistema de tratamento de esgoto pelo PMSS	31
Tabela 23: Necessidade de investimentos em sistemas de produção de água e de tratamento de esgotos pelo PMSS – Alexânia.....	32

Tabela 24: Necessidade de investimentos em sistemas de produção de água e de tratamento de esgotos pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto.....	32
Tabela 25: Percentuais das necessidades de investimento pelo PMSS - Alexânia	32
Tabela 26: Percentuais das necessidades de investimento pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto.....	32
Tabela 27: Resumo necessidade de investimento pelo ICR - Alexânia	35
Tabela 28: Resumo necessidade de investimentos pelo ICR – Santo Antônio do Descoberto	35
Tabela 29: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em abastecimento de água pelo ICR, Alexânia	36
Tabela 30: Percentuais das necessidades de investimento em abastecimento de água pelo ICR – Alexânia.....	36
Tabela 31: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em abastecimento de água pelo ICR, Santo Antônio do Descoberto	37
Tabela 32: Percentuais das necessidades de investimento em abastecimento de água pelo ICR – Santo Antônio do Descoberto.....	37
Tabela 33: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em esgotamento sanitário pelo ICR, Alexânia	38
Tabela 34: Percentuais das necessidades de investimento em esgotamento sanitário pelo ICR – Alexânia.....	38
Tabela 35: Percentuais das necessidades de investimentos pelo ICR – Alexânia.....	38
Tabela 36: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em esgotamento sanitário pelo ICR, Santo Antônio do Descoberto	39
Tabela 37: Percentuais das necessidades de investimento em esgotamento sanitário pelo ICR – Santo Antônio do Descoberto.....	39
Tabela 38: Percentuais das necessidades de investimento pelo ICR – Santo Antônio do Descoberto	39
Tabela 39: Resumo necessidade de investimentos por Furnas - Alexânia.....	42
Tabela 40: Resumo necessidade de investimentos por Furnas – Santo Antônio do Descoberto	42
Tabela 41: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em água por Furnas – Alexânia.....	43
Tabela 42: Percentuais das necessidades de investimento por Furnas – Alexânia.....	43
Tabela 43: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em água por Furnas – Santo Antônio do Descoberto.....	44

Tabela 44: Percentuais das necessidades de investimento por Furnas – Santo Antônio do Descoberto.....	44
Tabela 45: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em esgoto por Furnas – Alexânia	45
Tabela 46: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em esgoto por Furnas – Santo Antônio do Descoberto	45
Tabela 47: Resumo necessidade de investimentos por RIDE/03 – Alexânia.....	47
Tabela 48: Resumo necessidade de investimetnos por RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto	47
Tabela 49: Parâmetros considerados para a estimativa e necessidades de investimentos em água por RIDE/03 – Alexânia	48
Tabela 50: Percentuais das necessidades de investimento por RIDE/03 – Alexânia	48
Tabela 51: Parâmetros considerados para a estimativa e necessidades de investimentos em água por RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto	49
Tabela 52: Percentuais das necessidades de investimento por RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto.....	49
Tabela 53: Parâmetros considerados para a estimativa e necessidades de investimentos em esgoto por RIDE/03 – Alexânia.....	50
Tabela 54: Parâmetros considerados para a estimativa e necessidades de investimentos em esgoto por RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto.....	50
Tabela 55: Resultados finais - Água e Esgoto	51
Tabela 56: Índices de geração, coleta, destinação para aterro sanitário e taxa de retorno.	61
Tabela 57: Projeção de indicadores e metas a serem atingidas	62
Tabela 58: Quantidade de resíduos sólidos enviados à aterro sanitário diariamente e anualmente - aterro municipal de Alexânia	62
Tabela 59: Quantidade de resíduos sólidos enviados à aterro sanitário diariamente e anualmente - aterro municipal de Santo Antônio do Descoberto	63
Tabela 60: Quantidade de resíduos sólidos enviados à aterro sanitário diariamente e anualmente - aterro conjunto de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto	63
Tabela 61: Características geométricas do aterro municipal proposto para Alexânia.....	65
Tabela 62: Características geométricas do aterro municipal proposto para Santo Antônio do Descoberto.....	65
Tabela 63: Características geométricas do aterro conjunto para Alexânia e Santo Antônio do Descoberto.....	65

Tabela 64: Características geométricas de uma célula do aterro municipal proposto para Alexânia.....	66
Tabela 65: Características geométricas de uma célula do aterro municipal proposto para Santo Antônio do Descoberto	66
Tabela 66: Características geométricas de uma célula do aterro conjunto proposto para Alexânia e Santo Antônio do Descoberto	67
Tabela 67: Custos discriminados por etapa de aterros sanitários de diversos portes.	69
Tabela 68: Custos de implantação para os aterros sanitários de célula única propostos.....	71
Tabela 69: Custos discriminados por célula para o aterro sanitário de Alexânia.....	71
Tabela 70: Custos discriminados por célula para o aterro sanitário de Santo Antônio do Descoberto.....	72
Tabela 71: Custos discriminados por célula para o aterro conjunto de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto.....	72
Tabela 72: Custos de transbordo, transporte e aterramento adotados.	74
Tabela 73: Alternativas de origem e destino dos resíduos, bem como distâncias médias e distância limite para descarga direta de aterros e municípios	75
Tabela 74: Resumo de custos parciais e totais para as alternativas de disposição de resíduos sólidos.....	77
Tabela 75: Dados usados para construção da curva de custos de implantação de aterros sanitários.....	78
Tabela 76: Custos de implantação de aterros sanitários para Alexânia e Santo Antônio do Descoberto, e também do aterro conjunto.	79
Tabela 77: Domicílios urbanos ocupados, por infraestrutura urbana na rua onde mora – Alexânia e Santo Antônio do Descoberto.....	83
Tabela 78: Domicílios urbanos ocupados, por problemas nas cercanias – Alexânia e Santo Antônio	83
Tabela 79: Faixas otimistas e pessimistas de investimentos em saneamento.....	87

LISTA DE ABREVIACÕES

ABETRE - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ANA - Agência Nacional de Águas

BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento

CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal

COMPESA - Companhia de Água e Esgoto do Pernambuco S.A.

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CORSAP - Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos e Águas Pluviais

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

DF - Distrito Federal

EEAB - Estação Elevatória de Água Bruta

EEAT - Estação Elevatória de Água Tratada

ETA - Estação de Tratamento de Água

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

FGV - Fundação Getúlio Vargas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICC - Índice de Custos da Construção

ICR - Indicadores de Custos de Referência

INCC - Índice Nacional de Custos da Construção

NASA - National Aeronautics and Space Administration

NBR - Norma Brasileira

PAC - Programa de Aceleração do Crescimento

PDDU - Plano Diretor de Drenagem Urbana

PERS - Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PMRS - Plano Municipal de Resíduos Sólidos

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico

PMSS - Programa de Modernização do Setor Saneamento

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RDC - Regime Diferenciado de Contratação

RECESA - Rede Nacional de Extensão e Capacitação Tecnológica em Saneamento Ambiental

RIDE - Região Integrada de Desenvolvimento Econômico

SAA - Sistema de Abastecimento de Água

SABESP - Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo

SANEAGO - Saneamento de Goiás S.A.

SES - Sistema de Esgotamento Sanitário

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

UTR - Unidade de Tratamento

1 INTRODUÇÃO

A promulgação de leis federais que objetivam a melhoria do saneamento básico no Brasil vem garantindo diversos avanços nesse tema para os brasileiros. Dentre essas leis, destaca-se a Lei nº 11.445/2007, chamada de “Lei do Saneamento Básico”. Essa torna obrigatório a elaboração de Planos de Saneamento Básico em diferentes circunstâncias.

Os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), por sua vez, têm como objetivo promover a saúde, o acesso aos serviços de saneamento básico de forma universal e igual e também promover o uso sustentável do meio ambiente, protegendo o solo, o ar e os meios aquáticos (Ministério das Cidades, 2011). Para isso, é necessário um planejamento adequado dos serviços de saneamento, tanto a médio quanto a longo prazo.

O planejamento consiste, essencialmente, em se olhar para o futuro com objetivos e metas a serem cumpridos, visando a alocação dos recursos financeiros necessários. Isso, no entanto, não o desconecta do passado, pois os dados históricos são a base para projeções, monitoramento das alternativas optadas e se elas estão funcionando ou não.

Por isso, um diagnóstico da situação municipal quanto aos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, uso do solo, manejo de resíduos sólidos e águas pluviais é primordial. O levantamento de dados sobre infraestrutura instalada, se há déficits de atendimento, dados operacionais, qualitativos e quantitativos, índices de desempenho, entre muitos outros, são importantíssimos e servem de base para os estudos futuros.

O presente relatório se insere nesse contexto tentando, de uma forma objetiva, propor melhorias e estimar os investimentos necessários para o saneamento básico, a partir de dados secundários, obtidos de variadas fontes, e de dados obtidos no campo. Espera-se que este estudo possa contribuir na tomada de decisões e na formulação dos planos municipais de saneamento dos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto.

Atenta-se para a grande importância da participação e controle social durante todo o processo – inclusive no monitoramento, uma vez completo o plano, – de elaboração do plano municipal. Por mais que o conhecimento técnico-científico seja um importante componente do processo de avaliação do saneamento básico, é a população, em última instância, que vivencia e irá vivenciar as decisões tomadas. A desvinculação da participação social, portanto, não só é um grande erro do ponto de vista da gestão, mas também diminui a efetividade de todo o trabalho de planejamento.

Após este capítulo introdutório, o segundo capítulo apresenta a projeção da população total e urbana dos municípios até o horizonte de projeto, no ano de 2035. Isso foi feito

utilizando-se de dados censitários e de métodos demográficos para estimativas de populações futuras. Logo após, inicia-se a avaliação dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, bem como os investimentos necessários para não só satisfazer a demanda, mas também atingir as metas estabelecidas de redução de perdas e universalização do atendimento.

Logo depois, o terceiro capítulo trata do manejo dos resíduos sólidos. De forma análoga, com o que foi feito no capítulo três, estimam-se parâmetros futuros e com isso parte-se para uma análise dos investimentos e estruturas necessários.

O quarto capítulo tem como foco a avaliação qualitativa da drenagem urbana. Por ser um tema muitas vezes considerado – erroneamente – secundário em comparação aos outros componentes do saneamento básico, a falta de informações sistematizadas é um problema recorrente e isso será avaliado.

Finalmente, o quinto capítulo contém conclusões sobre os estudos e ponderações feitos, bem como comentários finais acerca dos pontos fortes e fracos das análises através de uma análise geral dos conteúdos produzidos.

O relatório ainda apresenta, ao final, anexos contendo mapas, tabelas e documentos utilizados para se realizar o estudo.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste relatório é desenvolver um estudo de concepção de melhorias e investimentos em Saneamento Básico dos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto, em Goiás, suscetível de auxiliar estes municípios na tomada de decisões e na confecção dos seus respectivos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB).

Os objetivos específicos são:

- a) Analisar, a partir de séries históricas de demografia e de indicadores operacionais, a cobertura dos sistemas de tratamento de água, de esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos;
- b) Estabelecer metas qualitativas e quantitativas a serem atingidas durante o horizonte de projeto;
- c) Estimar os investimentos necessários para se atenderem as metas e as projeções estabelecidas;

1.2 METODOLOGIA

A metodologia empregada para o atingimento dos objetivos geral e específicos deste trabalho envolveu seis etapas:

- a) Análise da série histórica de indicadores dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos, para os dois municípios e para o estado do Goiás;

- b) Adaptação do estudo de projeção populacional realizado por Vasconcelos e Gomes, 2015;
- c) Estabelecimento de metas a serem atingidas por indicadores-chave até o ano de 2035;
- d) Projeção dos demais indicadores, utilizando a projeção populacional e as metas estabelecidas como guias para o restante;
- e) A partir das informações estimadas, determinação das necessidades para cada sistema;
- f) A partir das necessidades identificadas, levantamento dos investimentos necessários para os diferentes componentes do saneamento básico dos dois municípios, por meio de diferentes técnicas para estimativas.

Os dados secundários necessários para o desenvolvimento deste relatório foram obtidos por meio de consultas a agências, associações e resultados de relatórios emitidos por terceiros. Dentre esses, destacam-se fontes como a Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). A partir destes dados secundários, foram obtidos novos dados, referentes ao panorama futuro.

Os métodos e técnicas específicos utilizados para cada componente do saneamento são explanados e detalhados em seus próprios capítulos, assim como os resultados específicos obtidos. São eles:

- a) Água e Esgoto
 - a. PMSS (Ministério das Cidades, 2003);
 - b. Indicadores de Custo de Referência (Ministério das Cidades, 2010);
 - c. Diagnóstico de Furnas (Peixoto, 2006);
 - d. Diagnóstico da RIDE/DF (2003);
- b) Manejo de Resíduos Sólidos
 - a. BNDES/FGV (2008);
 - b. Otimização de cargas em aterros sanitários regionais (Montenegro e Timóteo, 2013);
 - c. Indicadores de Custo de Referência (Ministério das Cidades, 2010);
- c) Manejo de Águas Pluviais
 - a. Caracterização hidrológica;
 - b. PMAD (CODEPLAN, 2013).

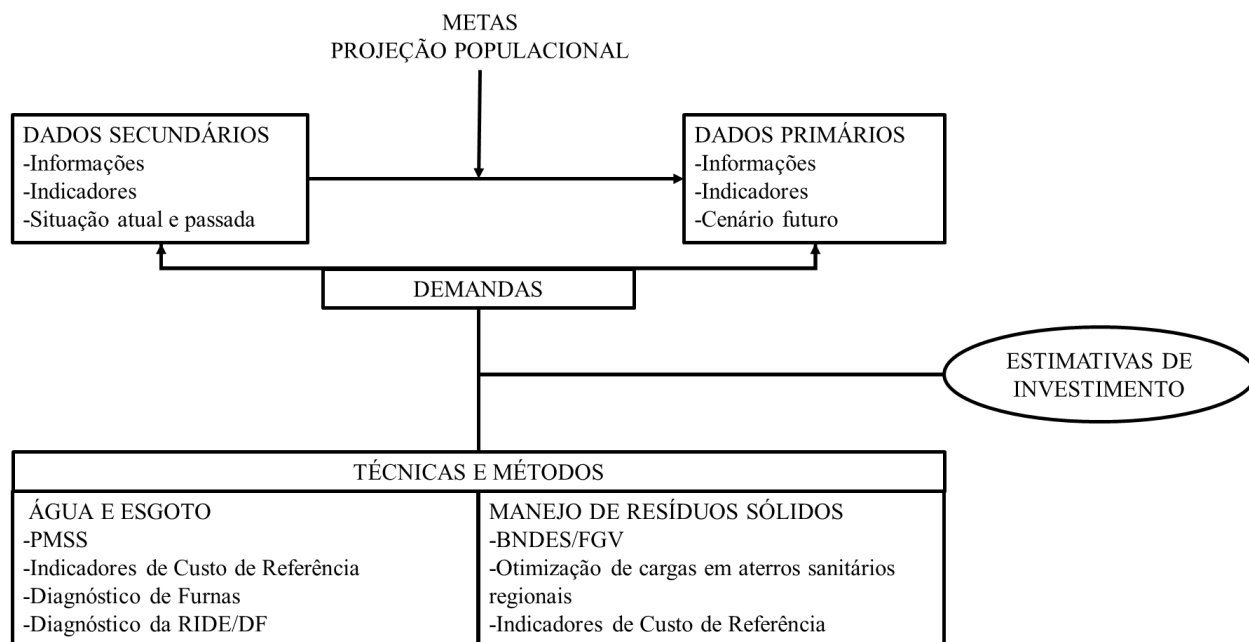


Figura 1: Fluxograma da metodologia empregada no presente relatório

2 ÁGUA E ESGOTO

2.1 ESTIMATIVA DA DEMANDA

O objetivo principal deste capítulo foi estimar necessidades de investimentos que deverão ser realizados nos municípios de Alexânia e de Santo Antônio do Descoberto até o ano de 2035. Esses investimentos devem garantir um determinado nível de acesso aos sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de manejo de resíduos sólidos. A partir do momento que a oferta atinge 100% da demanda, pode-se dizer que haveria uma “universalização” dos serviços, como é definido pelo relatório de necessidades de investimentos do PMSS (Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2003).

No entanto, é possível caracterizar essa demanda (bem como os investimentos necessários para se atingir a universalização) em função de diferentes unidades. Por exemplo, pode-se considerar que o município tem um déficit de captação de $X \text{ m}^3/\text{s}$, $Y \text{ m}^3$ de reservação, ou $Z \text{ m}$ de extensão de rede. Esses dados, no entanto, não devem ser tratados como prioritários, uma vez que a função final deles é o atendimento à população. Além disso, uma expansão na captação, na reservação ou na extensão da rede podem ser traduzidas em unidades monetárias. Logo, como uma forma mais abrangente – e também mais social - de abordar a situação, foram utilizadas as unidades Habitantes e Domicílios.

2.1.1 PROJEÇÃO POPULACIONAL

A importância da utilização de Habitantes como uma das unidades principais se justifica pelo procedimento adotado para o cálculo da demanda. O principal fator estimativo é o crescimento populacional dos municípios. As estimativas de populações totais foram feitas em um estudo realizado pelas professoras Ana Maria Nogales Vasconcelos e Marília Miranda Forte Gomes (Vasconcelos e Gomes, 2015), por meio do Método dos Coeficientes, ou método AiBi, onde uma relação entre uma área menor e uma área maior é estabelecida, e o crescimento das partes deve ser igual ao crescimento do todo. As populações totais, de acordo com o IBGE, e as projeções adotadas estão na Tabela 1:

Tabela 1: Populações totais dos municípios - Estimativas

Anos	Alexânia		Santo Antônio do Descoberto		RIDE-DF
	População total (hab)	Taxa de crescimento	População total (hab)	Taxa de crescimento	Taxa de crescimento
2010	23.814	-	63.248	-	-
2015	26.135	1,86 %	69.988	2,03 %	2,45 %
2020	27.691	1,16 %	74.506	1,25 %	1,85 %
2025	29.101	0,99 %	78.602	1,07 %	1,57 %
2030	30.349	0,84 %	82.226	0,90 %	1,31 %
2035	31.549	0,78 %	85.708	0,83 %	1,21 %

Fontes: IBGE (2015) e Vasconcelos e Gomes (2015)

Interessante notar como a taxa de crescimento de Alexânia é inferior à de Santo Antônio do Descoberto, e como as duas são inferiores à taxa média de crescimento da RIDE, indicando que essas áreas estão passando por um processo de consolidação de suas ocupações territoriais.

Também foi utilizado um outro fator, complementar à população total, que foi a taxa de urbanização de cada município. Como já foi citado, neste estudo, está-se considerando atender apenas a população urbana de cada município, uma vez que a falta de informações acerca das populações rurais (inclusive para o próprio IBGE) é um fator limitante para essas estimativas. Ademais, populações dispersas, como as que vivem em sítios e fazendas, têm suas demandas por serviços de saneamento atendidas por meio de soluções locais e individuais.

Foram utilizadas as taxas de urbanização obtidas no IBGE, entre os anos de 2005 e 2013. A partir das mesmas, e para cada município, ajustou-se uma linha de tendência até o ano de 2035. Para cada último ano do quinquênio (de 2015 até 2035), as populações totais foram multiplicadas pela respectiva taxa de urbanização. As populações totais e urbanas, e os históricos e tendências das taxas de urbanização, são apresentados na Tabela 2 e na Figura 3.

Tabela 2: Populações totais e taxas de crescimento – Alexânia

Alexânia					
Anos	População total (hab)	Taxa de urbanização	População urbana (hab)	Crescimento (hab)	Crescimento
2010	23.814	82,6 %	19.676	-	-
2015	26.135	83,6 %	21.859	2.183	11,1 %
2020	27.691	84,2 %	23.327	1.468	6,7 %
2025	29.101	84,7 %	24.643	1.316	5,6 %
2030	30.349	85,0 %	25.805	1.162	4,7 %
2035	31.549	85,3 %	26.914	1.109	4,3 %

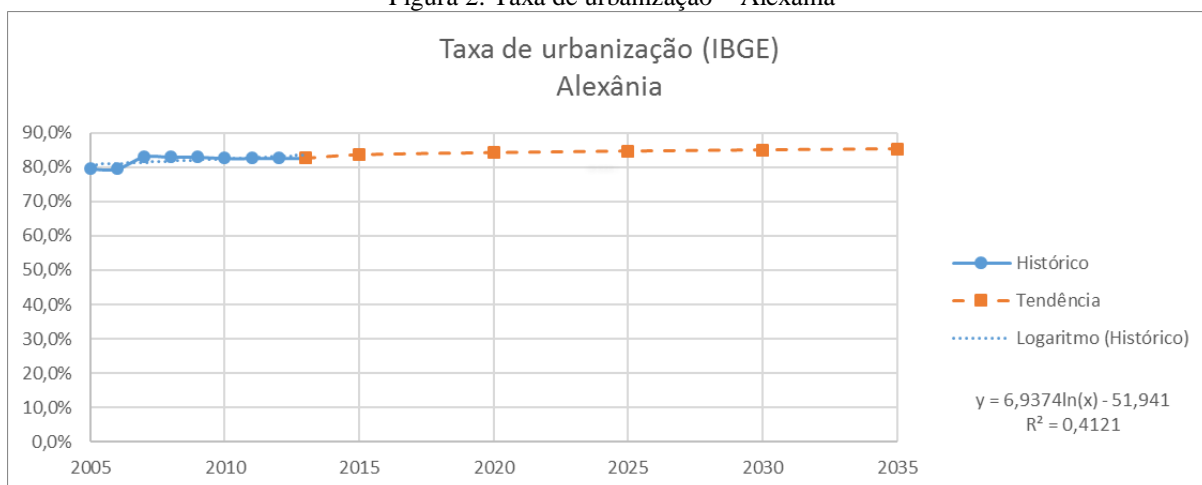
Fontes: Vasconcelos e Gomes (2015) e Autor próprio

Tabela 3: Populações totais e taxas de crescimento – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto					
Anos	População total (hab)	Taxa de urbanização	População urbana (hab)	Crescimento (hab)	Crescimento
2010	63.248	89,8 %	61.070	-	-
2015	69.988	90,0 %	62.958	1.888	3,1 %
2020	74.506	89,2 %	66.479	3.521	5,6 %
2025	78.602	88,7 %	69.717	3.238	4,9 %
2030	82.226	88,3 %	72.589	2.872	4,1 %
2035	85.708	87,9 %	75.370	2.781	3,8 %

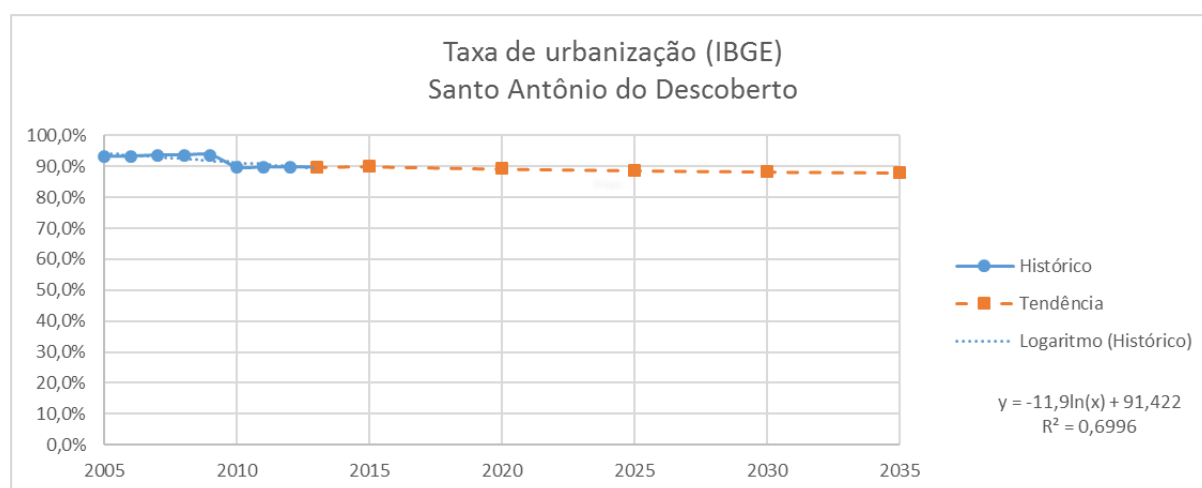
Fontes: Vasconcelos e Gomes (2015) e Autor próprio

Figura 2: Taxa de urbanização – Alexânia



Fontes: IBGE (2015) e Vasconcelos e Gomes (2015)

Figura 3: Taxa de urbanização – Santo Antônio do Descoberto



Fontes: IBGE (2015) e Vasconcelos e Gomes (2015)

A partir do número de habitantes urbanos de cada município, a conversão para o número de domicílios também seguiu uma dinâmica semelhante: observando o histórico do número de

habitantes permanentes por economia residencial ativa de água, criou-se uma linha de tendência (de declividade negativa), para cada um dos anos de estudo. A partir desse número de habitantes por economia residencial e do número de habitantes urbanos atendidos, ter-se-ia o número de economias residenciais, ou seja, o número de domicílios atendidos. A Tabela 4, a Figura 4 e a Figura 5 sumarizam os resultados.

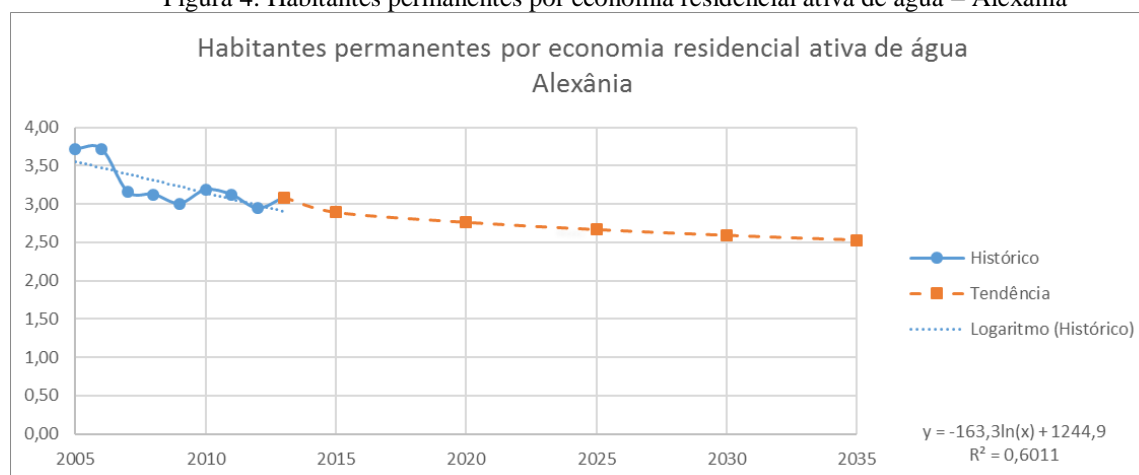
Salienta-se que, em Alexânia, o número de habitantes urbanos atendidos é, em 2010, inferior ao número de habitantes urbanos totais. Esse dado foi obtido através do SNIS, e, a partir de 2012, já se iguala ao número total, representando um alcance de 100% da população urbana. Para o município de Santo Antônio do Descoberto, esse número permanece inferior até o ano de 2035, prazo estipulado para que o município tenha o atendimento total da população urbana.

Tabela 4: Número de domicílios dos municípios

Anos	Alexânia			Santo Antônio do Descoberto		
	Pop. urb. atendida	Habitantes / economia ¹	Nº de domicílios	Pop. urb. Atendida	Habitantes / economia*	Nº de domicílios
2010	19.153	3,18	6.015	43.260	3,55	12.193
2015	21.859	2,89	7.567	55.673	3,41	16.305
2020	23.327	2,76	8.456	60.710	3,31	18.366
2025	24.643	2,66	9.251	65.684	3,23	20.358
2030	25.805	2,59	9.965	70.489	3,16	22.277
2035	26.914	2,53	10.644	75.370	3,11	24.211

Fonte: IBGE (2015), SNIS (2015) e autores

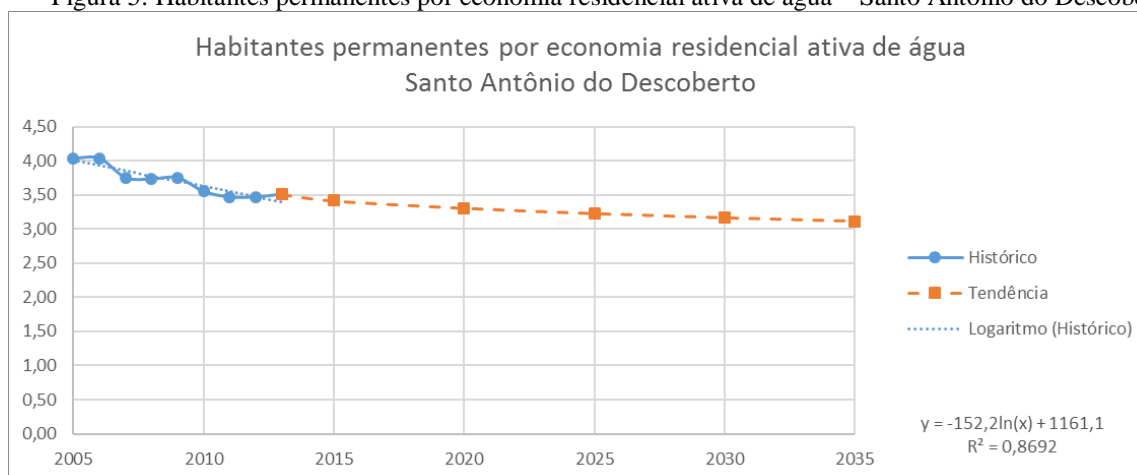
Figura 4: Habitantes permanentes por economia residencial ativa de água – Alexânia



Fontes: Autor próprio

¹ Habitantes permanentes por economia residencial ativa de água

Figura 5: Habitantes permanentes por economia residencial ativa de água – Santo Antônio do Descoberto



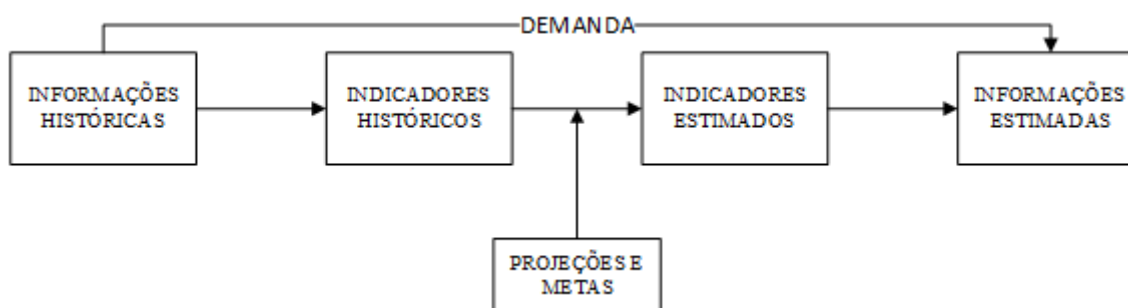
Fontes: Autor próprio

2.1.2 INDICADORES DO SNIS E DO IBGE UTILIZADOS

Para a realização do cálculo da demanda, foram utilizadas informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Por meio do SNIS, as prestadoras de serviço de saneamento (nos casos específicos, a Saneamento de Goiás – SANEAGO) fornecem informações operacionais e financeiras. A partir dessas informações, são calculados indicadores, que servem como um caracterizador da situação daquele serviço, naquele município.

Esses indicadores foram a peça principal para a quantificação das demandas neste estudo. De maneira geral, o procedimento adotado está explicitado na Figura 6.

Figura 6: Esquema ilustrativo para cálculo da demanda



Fonte: Autores

A partir de informações históricas, coletadas do SNIS, do IBGE e junto à própria SANEAGO, desenvolveram-se alguns indicadores. Esses indicadores, ao longo de sua série histórica, oscilaram, assumindo uma tendência. Alguns indicadores tiveram uma tendência de permanecer constantes, oscilando em torno de uma média, mas a maioria apresentou uma tendência de evolução (positiva ou negativa), que foi representada por meio de uma regressão logarítmica. Somadas a essas tendências, metas específicas para alguns indicadores foram

arbitrariamente adotadas, de modo a construir-se um cenário de melhorias, e não apenas de manutenção da situação atual. Essas tendências, ou projeções, e as metas, levaram os indicadores históricos para uma situação futura, estimada. O trabalho inverso foi, então, realizado, de modo a se obterem as informações estimadas que satisfizessem aqueles indicadores. A demanda, então, foi caracterizada como sendo a diferença entre as duas informações: a histórica, que já existe, e a estimada.

As informações e os indicadores utilizados estão apresentados na Tabela 5. A coluna referente a “código” é para controle interno e para referenciar as equações; a segunda coluna, “fonte”, diz respeito à origem do dado, podendo ser “IBGE”, “SNIS”, ou em branco, para indicadores propostos pelos autores; a terceira coluna, “referência”, é sobre os dados obtidos do SNIS, e podem ser informações gerais (G), de água (AG), ou esgoto (AE), ou indicadores (IN); a próxima coluna é o nome da informação/indicador, seguido pela unidade em que se encontra essa informação; na última coluna, a equação que foi utilizada para os indicadores.

Tabela 5: Informações, indicadores, unidades e equações utilizados

Cód	Fonte	Referência	Descrição	Unidade	Equação
[1]	IBGE	-	População total	hab	-
[2]	IBGE	-	População urbana	hab	-
[3]	IBGE	-	Taxa de urbanização	%	$[2]/[1]$
[4]	SNIS	AG001	População total atendida com abastecimento de água	hab	-
[5]	SNIS	G06A	População urbana residente nos municípios com abastecimento de água	hab	-
[6]	SNIS	AG002	Quantidade de ligações ativas de água	ligações	-
[7]	SNIS	AG003	Quantidade de economias ativas de água	economias	-
[8]	SNIS	AG004	Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	ligações	-
[9]	SNIS	AG005	Extensão da rede de água	km	-
[10]	SNIS	AG006	Volume de água produzido	1000 m³/ano	-
[11]	-	-	Vazão equivalente ²	l/s	$\frac{[10] * 1000 * 1000}{X * 12 * 60 * 60}$
[12]	SNIS	AG008	Volume de água micromedida	1000 m³/ano	-
[13]	SNIS	AG010	Volume de água consumido	1000 m³/ano	-
[14]	SNIS	AG013	Quantidade de economias residenciais ativas de água	economias	-
[15]	SNIS	AG014	Quantidade de economias ativas de água micromedida	economias	-
[16]	-	-	Quantidade de outras economias ativas de água	economias	$[7] - [14]$
[17]	SNIS	AG021	Quantidade de ligações totais de água	ligações	-
[18]	-	-	Ligações ativas de água por ligações totais	%	$[6]/[17]$
[19]	SNIS	AG024	Volume de serviço	1000 m³/ano	-
[20]	-	-	Volume de serviço por volume de água produzido	%	$[19]/[10]$
[21]	SNIS	AG026	População urbana atendida com abastecimento de água	hab	-
[22]	-	-	Habitantes permanentes por economia residencial ativa de água	hab/econ.	$[4]/[14]$
[23]	-	-	Outras economias ativas de água por economias ativas de água	%	$[16]/[7]$
[24]	-	-	Volume de reservação necessário	m³	$\frac{[4] * [29] * 1,2}{1000 * 3}$
[25]	SNIS	IN001	Densidade de economias de água por ligação	econ./lig.	$[7]/[6]$

² Vazão que seria necessária para atingir o volume de água produzido, caso a ETA trabalhasse “X” horas por mês

Tabela 5: Informações, indicadores unidades e equações utilizados.

Cód	Fonte	Referência	Descrição	Unidade	Equação
[26]	SNIS	IN009	Índice de hidrometração	%	$[8]/[6]$
[27]	SNIS	IN014	Consumo micromedido por economia	$\text{m}^3/(\text{mês} \cdot \text{econ})$	$\frac{[12] * 1000}{[15] * 12}$
[28]	SNIS	IN020	Extensão da rede de água por ligação	m/lig.	$\frac{[9] * 1000}{[17]}$
[29]	SNIS	IN022	Consumo médio per capita de água	$\text{l}/(\text{hab} \cdot \text{dia})$	$\frac{[13] * 1000 * 1000}{[4] * 365}$
[30]	-	-	Indicador agregado	-	$[29]/[27]$
[31]	SNIS	IN023	Índice de atendimento urbano de água	%	$[21]/[5]$
[32]	SNIS	IN044	Índice de micromedicação relativo ao consumo	%	$[12]/[13]$
[33]	SNIS	IN049	Índice de perdas na distribuição	%	$\frac{[10] - [19] - [13]}{[10] - [19]}$
[34]	SNIS	ES004	Extensão da rede de esgotos	km	-
[35]	SNIS	ES005	Volume de esgotos coletados	$1000 \text{ m}^3/\text{ano}$	-
[36]	SNIS	ES006	Volume de esgotos tratados	$1000 \text{ m}^3/\text{ano}$	-
[37]	-	-	Vazão equivalente ³	l/s	$\frac{[35] * 1000 * 1000}{365 * 24 * 60 * 60}$
[38]	SNIS	ES008	Quantidade de economias residências ativas de esgoto	economias	-
[39]	-	-	Habitante permanentes por economia residencial ativa de esgoto	hab/econ.	$[4]/[38]$
[40]	SNIS	ES009	Quantidade de ligações totais de esgotos	ligações	-
[41]	SNIS	ES026	População urbana atendida com esgotamento sanitário	habitantes	-
[42]	-	-	Volume de esgoto coletado por extensão da rede de esgoto	$\text{m}^3/(\text{ano} \cdot \text{m})$	$[34]/[33]$
[43]	SNIS	IN015	Índice de coleta de esgoto	%	$[34]/[13]$
[44]	SNIS	IN016	Índice de tratamento de esgoto	%	$[35]/[34]$
[45]	SNIS	IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	m/lig.	$[33] * 1000/[37]$
[46]	SNIS	IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	%	$[35]/[13]$

³ Vazão que seria necessária para atingir o volume de esgoto tratado, caso a ETE trabalhasse durante 24 horas por dia, 7 dias por semana

2.1.3 INFORMAÇÕES E INDICADORES HISTÓRICOS

De acordo com a metodologia utilizada, o primeiro momento para o cálculo da demanda foi definido como a obtenção das informações e dos indicadores históricos. Os dados relativos a água e esgoto foram levantados desde o ano de 2005 até 2013, ano do último relatório do SNIS quando da elaboração deste estudo. Além dessas informações, também foram utilizados dados relativos à população do município, que foram obtidos junto ao IBGE e às estimativas populacionais dos anos em que não ocorreram censos demográficos (todos os anos, à exceção de 2010), quando a informação foi retirada diretamente do relatório referente a esse levantamento. Ademais, outras informações foram obtidas junto à SANEAGO, em seus relatórios operacionais, e em visitas técnicas realizadas aos municípios de estudo.

2.1.4 PROJEÇÕES E METAS

Conforme discutido na metodologia, a utilização dos indicadores como meio de projeção das informações foi fator primordial na conclusão deste estudo. Vários indicadores apresentam uma tendência, seja de crescimento ou de decréscimo, ou simplesmente de manter-se constante, oscilando em torno de uma média. A partir dessas tendências, foram feitas regressões logarítmicas, que relacionavam aquele indicador ao ano em questão.

Uma vez levantados os indicadores que poderiam ser tratados com regressão, foi feito um trabalho qualitativo alternativo para estimar valores para aqueles indicadores que não apresentavam comportamento quantitativo previsível. Por exemplo, alguns indicadores do município de Alexânia, relativos ao Sistema de Esgotamento Sanitário, foram considerados iguais aos do município de Santo Antônio do Descoberto, uma vez que o primeiro ainda não dispõe desse sistema.

Outro ponto relevante sobre as projeções refere-se à adoção de metas. A escolha de se trabalhar com metas traduz um pensamento de não continuar com a mesma situação, e sim mudar. Dito isso, as metas arbitrariamente adotadas são apresentadas na Tabela 6. Todas elas levaram em consideração todo o horizonte de projeto para serem atingidas. O ideal é que a definição dessas metas envolvesse a participação dos atores municipais. No entanto, fugiria ao escopo deste trabalho proceder a uma ampla consulta local, razão pela qual optou-se por uma definição arbitrária, porém defensável, de metas, ressaltando-se que, a qualquer momento, em eventuais futuras deste trabalho, outras metas podem ser adotadas.

Tabela 6: Metas adotadas para cada município

Indicador	Alexânia	Santo Antônio do Descoberto
IN009 – Índice de hidrometração	100 %	100 %
IN022 – Consumo médio per capita de água	120 l/(hab*dia)	120 l/(hab*dia)
IN023 – Índice de atendimento urbano de água	100 %	100 %
IN049 – Índice de perdas na distribuição	20 %	20 %
IN015 – Índice de coleta de esgoto	50 %	95 %

Fonte: Autor próprio

2.1.5 INDICADORES E INFORMAÇÕES ESTIMADOS

A partir das projeções realizadas por meio das tendências e metas e das projeções populacionais, os indicadores históricos foram transformados em indicadores estimados. Com as mesmas equações utilizadas para se obterem os indicadores, foram quantificadas as condições necessárias para que aqueles indicadores ocorressem. Por exemplo, foram multiplicados a população urbana do ano (obtida através da projeção populacional e da taxa de urbanização) e o consumo médio per capita de água (obtido como uma linearização entre o valor de 2013 e a meta, em 2035), obtendo-se o volume de água consumido.

2.1.6 DEMANDA

A partir da diferença encontrada entre os valores estimados e os históricos, foram calculadas as demandas de cada uma das informações mais relevantes. A seguir, na Tabela 8 e na Tabela 9, estão presentes as informações e os indicadores mais relevantes para o desenvolvimento do estudo. A tabela completa, com todas as informações utilizadas, será disponibilizada em meio digital.

As três primeiras colunas da Tabela 8 e da Tabela 9 já estavam também presentes na Tabela 5; as próximas três colunas (2005, 2010 e 2013) são referentes às informações retiradas do SNIS; as cinco colunas referentes aos anos 2015, 2020, 2025, 2030 e 2035 são resultados obtidos por meio do procedimento detalhado anteriormente.

Abaixo dos resultados de 2005, 2010 e 2013 está uma linha chamada “Demandas”. Nessa linha, encontram-se calculadas as demandas referentes a cada uma das informações, em cada um dos anos seguintes. Após a coluna de 2013, encontra-se uma coluna denominada “Cap. Inst.” que se refere à capacidade produzida já instalada. As demandas foram calculadas subtraindo a quantidade necessária no ano pela última capacidade instalada. Para anos em que essa capacidade ainda opere ociosamente, a demanda do período seguinte é calculada considerando que ainda exista essa ociosidade.

A coluna “Cap. Inst.” se refere à capacidade produzida já instalada, e aparece somente nas situações em que o sistema, atualmente, opera em uma situação de folga, ou seja, com

capacidade produtiva ociosa. Esse levantamento é importante para as informações relacionadas à produção de água e ao tratamento de esgoto. Para a produção de água, utilizou-se a informação da capacidade produtiva (proveniente de ETA e de poços), e de reservação. Para o sistema de tratamento de esgoto, foi utilizada a vazão que a ETE é capaz de tratar. Por exemplo, no município de Santo Antônio do Descoberto, a capacidade produtiva da estação de tratamento de água é de 125 l/s, o que faz com que, efetivamente, a demanda só comece a ser contabilizada após esse valor (no exemplo, em algum momento próximo ao ano de 2020).

Em relação ao sistema de esgotamento sanitário, é importante ressaltar que o município de Alexânia não dispõe ainda de nenhuma instalação, sendo sua capacidade produtiva nula. O município de Santo Antônio do Descoberto, por estar realizando lançamentos com uma qualidade aquém da satisfatória (como foi constatado na primeira parte do presente estudo), foi considerado com uma capacidade produtiva ociosa também nula.

Sobre as capacidades instaladas ociosas dos sistemas de abastecimento de água, foram utilizadas as informações mais recentes, obtidas juntamente à concessionária SANEAGO. As informações foram disponibilizadas nos relatórios operacionais dos dois municípios, e estão resumidas na Tabela 7.

Tabela 7: Capacidades instaladas existentes nos municípios

Descrição	Unidade	Alexânia	Santo Antônio do Descoberto
Reservação existente	m ³	1.050	3.350
Tempo de funcionamento	h/mês	694,43	648,46
Volume água tratada em ETA	m ³ /mês	94.516	280.232
Volume água tratada simples desinfecção	m ³ /mês	7.001	11.470
Volume macromedido sistema produtor	m ³ /mês	104.517	291.702
Capacidade instalada	1000 m ³ /ano	1.254,20	3.500,42
	l/s*	41,81	124,96

Fonte: SNIS (2015) e visitas técnicas

Por fim, na última coluna (“Total”), encontram-se dois dados: o primeiro, referente à soma de todas as demandas, simbolizando todo investimento necessário para aquele atendimento; o segundo é uma porcentagem, que indica, ao final de todos esses investimentos, qual terá sido o percentual desse investimento no investimento total daquele sistema. Por exemplo, como o município de Alexânia não dispõe de nenhuma instalação de esgotamento sanitário, então, ao final do período, 100% desse sistema terão sido feitos por meio desses investimentos.

Tabela 8: Demandas calculadas - Alexânia

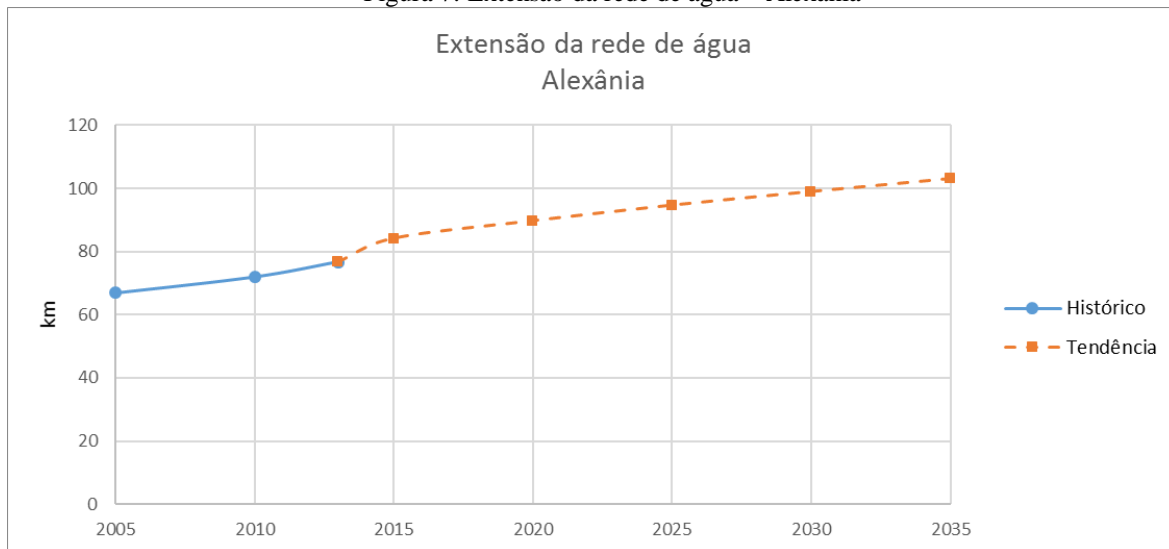
Alexânia												
Cód	Descrição	Unidade	2005	2010	2013	Cap. Inst.	2015	2020	2025	2030	2035	Total
[9]	Extensão da rede de água	km	66,90	71,98	76,70	76,70	84,17	89,72	94,64	98,94	103,02	26,32
			Demandas				7,47	5,55	4,92	4,30	4,08	25,55%
[10]	Volume de água produzido	1000 m³/ano	921,0	1.066,7	1.223,5	1.254,2	1.243,09	1.310,87	1.368,63	1.416,59	1.460,69	206,48
			Demandas				0,00	56,67	57,76	47,96	44,09	14,14%
[11]	Vazão equivalente, a 694,43 horas de funcionamento/mês	l/s	30,70	35,56	40,78	41,81	41,44	43,70	45,62	47,22	48,69	6,88
			Demandas				0,00	1,89	1,93	1,60	1,47	14,14%
[14]	Quantidade de economias residenciais ativas de água	econ.	4.887	6.015	6.825	6.825	7.567	8.456	9.251	9.965	10.644	3.819
			Demandas				742	890	794	714	680	35,88%
[17]	Quantidade de ligações totais de água	lig.	5.221	6.544	7.829	7.829	8.441	9.521	10.485	11.354	12.182	4.353
			Demandas				612	1080	964	869	828	35,73%
[24]	Volume de reservação necessário	m³	710,8	856,8	1.005,5	1.050,0	1.044,92	1.116,27	1.180,46	1.237,35	1.291,86	241,86
			Demandas				0,00	66,27	64,19	56,89	54,52	18,72%
[34]	Extensão da rede de esgotos	km	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	9,34	16,93	25,14	33,96	33,96
			Demandas				2,50	6,84	7,59	8,21	8,83	100,00%
[36]	Volume de esgotos tratados	1000 m³/ano	0,0	0,0	0,0	0,00	43,34	162,05	293,77	436,24	589,41	589,41
			Demandas				43,34	118,71	131,72	142,46	153,18	100,00%
[37]	Vazão equivalente, trabalhando 24/7	l/s	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	5,14	9,32	13,83	18,69	18,69
			Demandas				1,37	3,76	4,18	4,52	4,86	100,00%
[38]	Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto	econ.	0	0	0	0	2.951	3.623	4.553	5.600	6.823	6.823
			Demandas				2951	673	929	1047	1222	100,00%
[40]	Quantidade de ligações totais de esgotos	lig.	0	0	0	0	367	1.608	3.329	5.564	8.386	8.386
			Demandas				367	1241	1721	2235	2821	100,00%

Tabela 9: Demandas calculadas – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto												
Cód	Descrição	Unidade	2005	2010	2013	Cap. Inst.	2015	2020	2025	2030	2035	Total
[9]	Extensão da rede de água	km	181,70	184,01	187,45	187,45	201,28	229,34	256,38	282,46	308,73	121,28
			Demandas				13,83	28,06	27,05	26,07	26,27	39,3%
[10]	Volume de água produzido	1000 m³/ano	2.335,2	2.677,0	3.292,6	3.500,4	3.342,07	3.545,9	3.738,6	3.915,4	4.091,0	590,57
			Demandas				0,00	45,46	192,72	176,82	175,57	14,4%
[11]	Vazão equivalente, a 694,43 horas de funcionamento/mês	l/s	83,36	95,56	117,54	124,96	119,30	126,58	133,46	139,77	146,04	21,08
			Demandas				0,00	1,62	6,88	6,31	6,27	14,4%
[14]	Quantidade de economias residenciais ativas de água	econ.	10.142	12.193	15.188	15.188	16.305	18.366	20.358	22.277	24.211	9.023
			Demandas				1.117	2.061	1.992	1.919	1.934	37,3%
[17]	Quantidade de ligações totais de água	lig.	9.526	11.928	15.205	15.205	16.327	18.603	20.797	22.911	25.042	9.837
			Demandas				1.122	2.276	2.194	2.115	2.131	39,3%
[24]	Volume de reservação necessário	m³	1.693,1	1.960,0	2.383,9	3.350,0	2.506,70	2.778,6	3.055,1	3.331,1	3.617,8	267,75
			Demandas				0,00	0,00	0,00	0,00	267,75	7,40%
[34]	Extensão da rede de esgotos	km	19,60	30,83	61,87	61,87	65,53	89,18	116,24	146,56	180,70	118,83
			Demandas				3,66	23,65	27,06	30,32	34,14	65,8%
[36]	Volume de esgotos tratados	1000 m³/ano	38,4	573,8	983,1	983,1	1.137,36	1.547,7	2.017,3	2.543,6	3.136,1	2.153,01
			Demandas				154,23	410,36	469,58	526,25	592,59	68,7%
[37]	Vazão equivalente, trabalhando 24/7	l/s	1,22	18,20	31,17	31,17	36,07	49,08	63,97	80,66	99,45	68,27
			Demandas				4,89	13,01	14,89	16,69	18,79	68,7%
[38]	Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto	econ.	375	4.180	7.194	7.194	7.515	9.430	12.135	15.298	19.106	11.912
			Demandas				321	1.915	2.705	3.163	3.808	62,35%
[40]	Quantidade de ligações totais de esgotos	lig.	1.147	3.923	6.899	6.899	9.633	15.356	22.859	32.444	44.619	37.720
			Demandas				2.734	5.723	7.503	9.584	12.175	84,5%

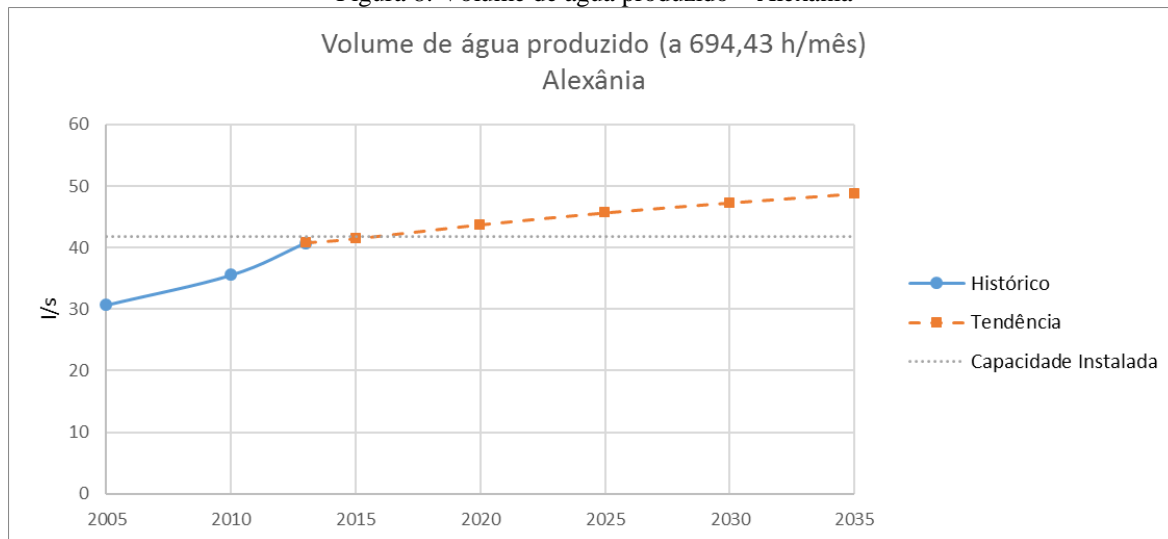
A seguir, da Figura 7 à Figura 16, estão representados os principais dados relativos às expansões previstas e estimadas para os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário dos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto. As figuras trazem as informações históricas, coletadas por meio do SNIS, do IBGE e da própria SANEAGO, bem como as tendências, calculadas e estimadas, a as metas contratadas.

Figura 7: Extensão da rede de água – Alexânia



Fonte: Autor próprio

Figura 8: Volume de água produzido – Alexânia



Fonte: Autor próprio

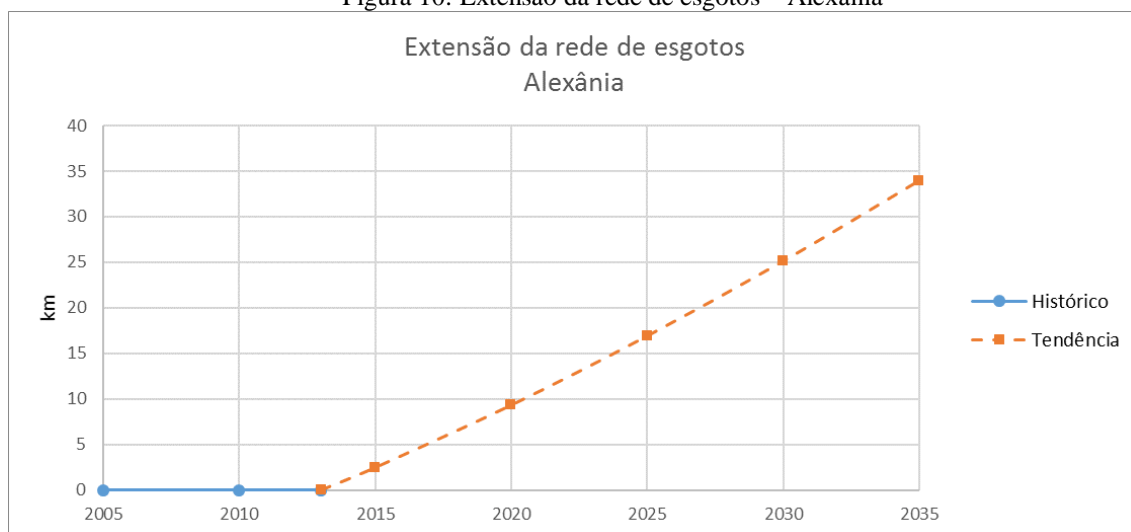
Figura 9: Volume de reservação necessário – Alexânia



Fonte:

Autor próprio

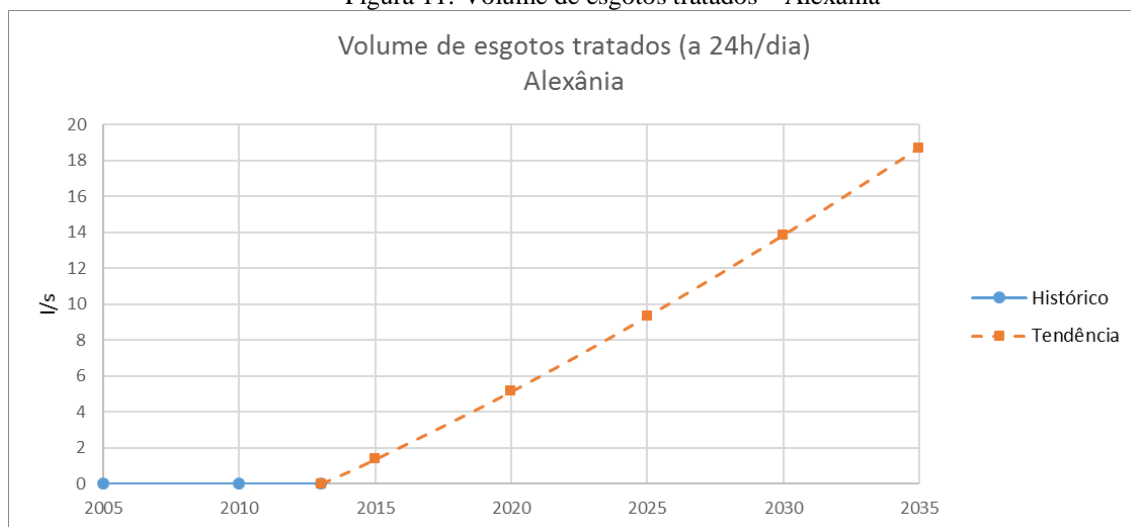
Figura 10: Extensão da rede de esgotos – Alexânia



Fonte:

Autor próprio

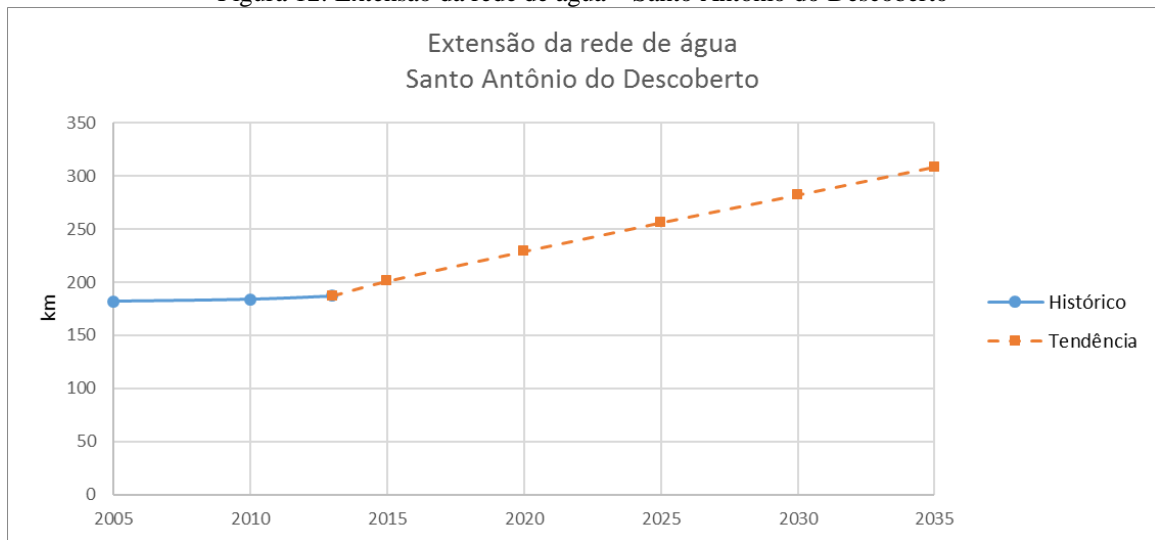
Figura 11: Volume de esgotos tratados – Alexânia



Fonte:

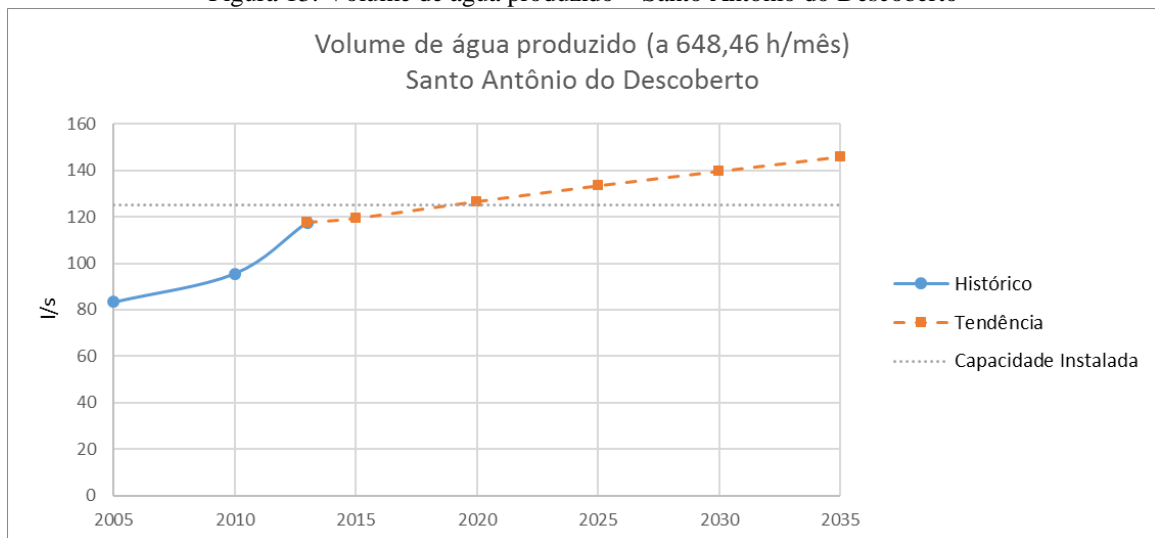
Autor próprio

Figura 12: Extensão da rede de água – Santo Antônio do Descoberto



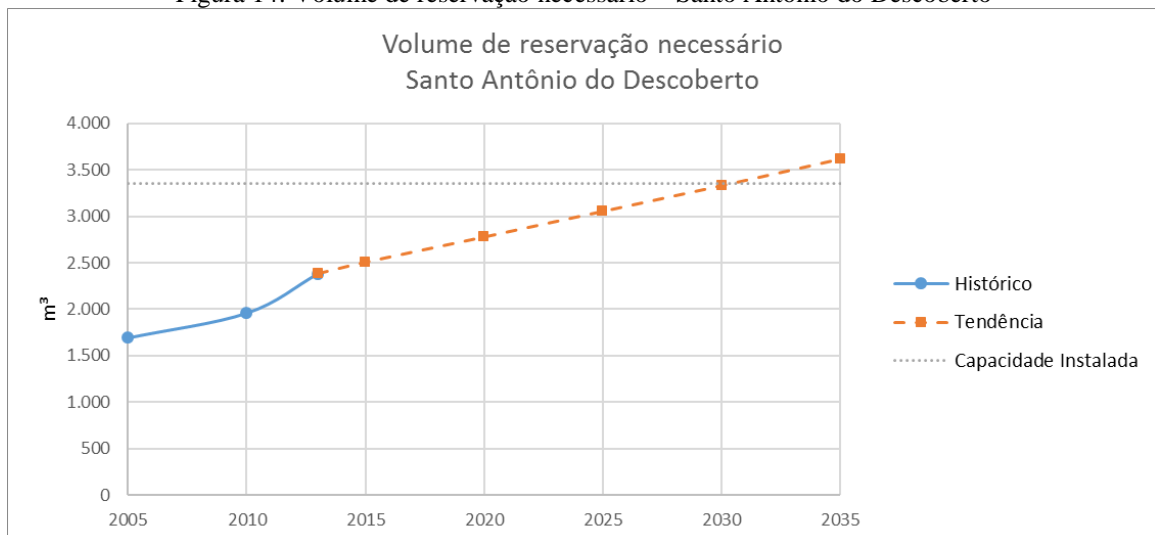
Fonte: Autor próprio

Figura 13: Volume de água produzido – Santo Antônio do Descoberto



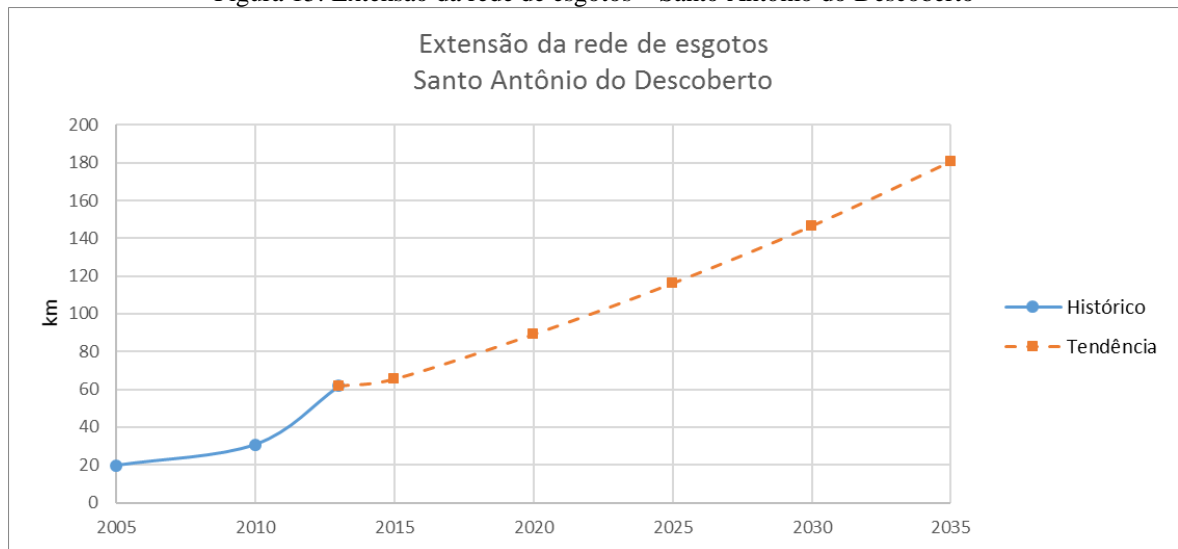
Fonte: Autor próprio

Figura 14: Volume de reservação necessário – Santo Antônio do Descoberto



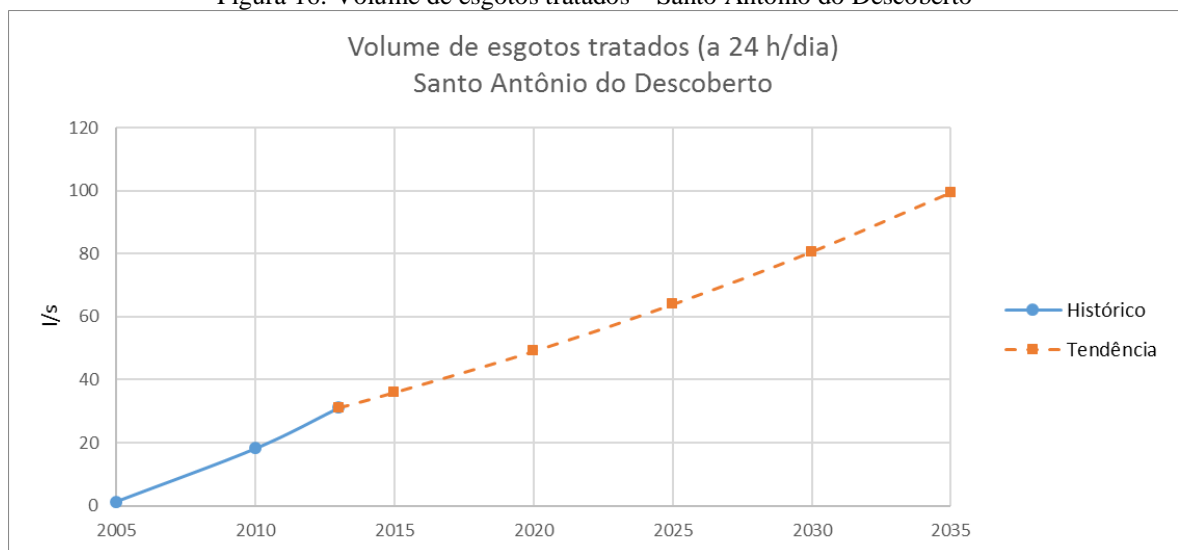
Fonte: Autor próprio

Figura 15: Extensão da rede de esgotos – Santo Antônio do Descoberto



Fonte: Autor próprio

Figura 16: Volume de esgotos tratados – Santo Antônio do Descoberto



Fonte: Autor próprio

2.2 ESTIMATIVA DOS PREÇOS

2.2.1 ATUALIZAÇÃO MONETÁRIA

Algumas estimativas de custo presentes neste relatório estão baseadas em valores passados. Por exemplo, as curvas de custo, que foram utilizadas no PMSS, foram elaboradas durante o mês de maio de 2013, o que indica que seus valores são referentes à data base “abril de 2013”. Dessa maneira, para que esses valores sejam trazidos para o valor presente (data base “novembro de 2015”), é necessário que seja feita uma atualização monetária. Por se tratarem de obras de construção civil, a escolha do índice foi pautada como sendo esse o fator mais importante.

O Índice Nacional de Custos da Construção – INCC – foi criado pela Fundação Getúlio Vargas – FGV, em 1985, com o intuito de medir a variação nos custos de construção habitacionais no Brasil. O INCC substituiu o ICC, que abrangia apenas a cidade do Rio de Janeiro. Com a descentralização econômica para outras unidades da União, houve a necessidade de um índice que refletisse todo o mercado nacional. Dessa maneira, o INCC acabou tornando o primeiro índice oficial de custo da construção civil. Atualmente, é medido em 7 capitais consideradas representativas (Belo Horizonte, Brasília, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo).

A diferença entre os índices INCC é basicamente o período de coleta dos dados. O INCC-DI conta com uma perspectiva mais exata dos preços do mês de referência, pois é calculado entre o primeiro e o último dia do mês. Já o INCC-M é calculado entre o dia 21 do mês anterior e o dia 20 do mês de referência. Por fim, o INCC-10 é calculado entre os dias 11, do mês anterior, e 10, do mês de referência. A Tabela 10 traz a série história do INCC-M, desde 2003: na primeira coluna, o ano de referência; as doze colunas do meio são referentes a cada mês do ano; a última coluna traz o total acumulado naquele ano; os valores de cada mês e do acumulado estão em porcentagem.

Tabela 10: Série histórica do INCC-M

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Acum
03	1,45	1,60	1,38	0,81	2,98	0,74	0,59	2,20	0,24	0,47	0,42	0,99	14,76
04	0,28	0,48	1,59	0,60	1,74	0,56	1,12	0,90	0,67	0,95	0,94	0,61	10,94
05	0,70	0,42	0,71	0,38	0,54	2,20	0,65	0,05	0,06	0,28	0,29	0,38	6,84
06	0,24	0,28	0,23	0,21	0,81	1,45	0,57	0,35	0,09	0,18	0,23	0,30	5,04
07	0,45	0,26	0,17	0,43	0,55	1,67	0,21	0,35	0,39	0,49	0,48	0,43	6,03
08	0,41	0,43	0,59	0,82	1,10	2,67	1,42	1,27	0,95	0,85	0,65	0,22	11,96
09	0,26	0,35	-0,17	-0,01	0,25	1,53	0,37	0,01	0,07	0,13	0,18	0,20	3,20
10	0,52	0,35	0,45	1,17	0,93	1,77	0,62	0,22	0,20	0,15	0,36	0,59	7,56
11	0,37	0,39	0,44	0,75	2,03	1,43	0,59	0,16	0,14	0,20	0,50	0,35	7,58
12	0,67	0,42	0,37	0,83	1,30	1,31	0,85	0,32	0,21	0,24	0,23	0,29	7,26
13	0,39	0,80	0,28	0,84	1,24	1,96	0,73	0,31	0,43	0,33	0,27	0,22	8,06
14	0,70	0,44	0,22	0,67	1,37	1,25	0,80	0,19	0,16	0,20	0,30	0,25	6,74
15	0,70	0,50	0,36	0,65	0,45	1,87	0,66	0,80	0,22	0,27	-	-	6,66

Fonte: Fundação Getúlio Vargas (2015)

Para o cálculo de atualização monetária, é preciso realizar um produto de cada um dos índices, acrescidos de 1. Nos custos do PMSS, por exemplo, é preciso trazer o valor de abril de 2003 até novembro de 2015, ou seja, começa-se com maio de 2003 (1+2,98%) e vai-se até outubro de 2015 (1+0,27%). O valor final encontrado, para o PMSS, é de 253,83%, ou seja,

todos os valores encontrados deverão ser multiplicados por 2,5383 para se atualizar à data base. A equação a seguir elucida a questão, com o produto de cada fator do mês “j”, no ano “i”.

$$\prod_{i,j} (1 + INCC_M)_{i,j}$$

2.2.2 TÉCNICAS E MÉTODOS DE CÁLCULO

2.2.2.1 PMSS

O Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS, traz, em sua segunda versão (“Dimensionamento das Necessidades de Investimentos para a Universalização dos Serviços de Abastecimento de Água e de Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários no Brasil”, de maio de 2003), uma metodologia de estimativa de necessidades de investimento que busca simplificar o tratamento dado aos municípios, por meio de características físicas similares entre esses municípios (Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2003).

Os investimentos são, então, divididos em vários grupos (se o município é urbano ou rural; se o serviço é de água ou esgoto; se os subsistemas são distribuição de água / coleta de esgoto ou produção de água / tratamento de esgoto; e se esse investimento será uma expansão ou uma reposição), totalizando 16 categorias diferentes. Cada município, então, necessitaria de investimentos compostos por todas essas categorias. No entanto, devido ao grande número de municípios no Brasil, e à falta crônica de dados, o estudo agrupa também os municípios, de acordo com 3 diferentes tamanhos de população: até 40.000 habitantes (pequeno); entre 40.000 e 400.000 (médio); e acima de 400.000 (grande); para aglomerados muito maiores que esses limites, considerou-se que eram compostos de um conjunto de partes semelhantes ao maior dos portes considerados. Esse tamanho dos municípios influencia não só nas complexidades das instalações (por exemplo, a incidência de pavimentação em municípios maiores é muito mais relevante), mas também na oferta (e, conseqüentemente, nos preços) de materiais e serviços. Usualmente, em grandes municípios, a mão-de-obra é mais cara, porém os materiais, mais baratos.

O PMSS também divide suas necessidades de investimento em dois grandes grupos: redes e unidades isoladas. Em redes, ou seja, sistemas de distribuição de água e de coleta de esgotos, os custos são significativamente influenciados pelas condições do ambiente físico local (topografia, solo, etc). Já nas unidades isoladas, como estações de tratamento, estações elevatórias e reservatórios, o preço dos materiais e equipamentos prepondera sobre outras incidências. Para unidades isoladas, foi possível, portanto, buscar índices de custo baseados em

uma análise de orçamentos pré-existentes já construídos. Para as redes, no entanto, foi preciso simular situações e estimar custos para tais situações, a partir de composições típicas para cada cenário.

Para todos os preços calculados, foi considerado um coeficiente de variação regional, que depende, também, do porte de cada município dentro de cada estado e de cada região. Dessa maneira, os coeficientes que foram calculados precisaram também ser ajustados para as situações individuais.

2.2.2.1.1 ESTIMATIVA DE PREÇOS DE REDES

Nas estimativas de custo elaboradas para as redes de distribuição de água e de coleta de esgoto, foram consideradas duas incidências de custo: serviços e materiais hidráulicos (canalizações, conexões, etc.). Devido ao escopo do projeto do PMSS, de fazer um levantamento agregado para todo o Brasil, foram criadas duas situações – uma favorável e uma desfavorável – quanto às condições físicas locais presentes, que, juntamente ao tamanho do município, criaram 6 grupos de preço. A partir dos preços levantados para as duas situações do tamanho de município, foi calculado o preço médio por porte.

Para o sistema de abastecimento de água, também foi calculada uma incidência do custo de reservatório e estação elevatória por porte de município e por estado. Para o sistema de coleta de esgoto, além de considerada uma incidência de estações elevatórias no custo das redes, também foi estipulada a existência de rede dupla (que diminui os custos, por compartilharem da mesma vala).

A Tabela 13 e a Tabela 14 trazem as informações resumidas de todas as considerações feitas para a caracterização das redes de abastecimento de água. A Tabela 15 e a Tabela 16 trazem os resultados calculados para os dois municípios, separados pelo ano que o investimento deverá ter sido realizado, em preços correntes (novembro/2015). Para as redes de esgoto, as informações e os resultados estão reunidos nas Tabela 17 e Tabela 18 e nas Tabela 19 e Tabela 20, respectivamente.

2.2.2.1.2 ESTIMATIVA DE PREÇOS DE UNIDADES ISOLADAS

Conforme apontado anteriormente, as estimativas de custo de unidades isoladas para a produção de água e o tratamento de esgoto foram feitas com composições dos custos de obras virtuais. As composições foram feitas com base em planilhas reais utilizadas por diferentes concessionárias, como a SABESP e a COMPESA. Para o sistema de abastecimento de água, foram utilizadas planilhas dos seguintes componentes: adutora, reservatórios, poço tubular profundo, estação elevatória e estação de tratamento. Para o sistema de tratamento de esgoto:

coletores, tronco e interceptores, estações elevatórias, lagoas de tratamento e estações de tratamento do tipo lodos ativados.

Conforme a metodologia utilizada para a estimativa das redes, foram considerados cenários diferentes para cada porte de município. Os preços unitários, então, foram obtidos por meio do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, da Caixa Econômica Federal. Quando da indisponibilidade de itens e serviços na tabela da SINAPI, foram considerados itens semelhantes, ou, quando, mesmo assim, as informações não estivessem disponíveis, foram adotados os preços disponíveis para São Paulo, o que pode ter prejudicado algumas composições. Por meio dos preços unitários, foram calculados índices de variação regional para cada estado e cada porte de município dentro deste estado.

A Tabela 21 e a Tabela 22 trazem as informações resumidas de todas as considerações que foram feitas para a estimativa dos custos. A Tabela 23 e a Tabela 24 trazem os resultados com os investimentos (a preços correntes de novembro/2015) que devem ser realizados para aquele ano, de acordo com a metodologia utilizada para o cálculo da demanda, e a metodologia PMSS de estimativa de custos.

Tabela 11: Resumo necessidade de investimentos pelo PMSS – Alexânia

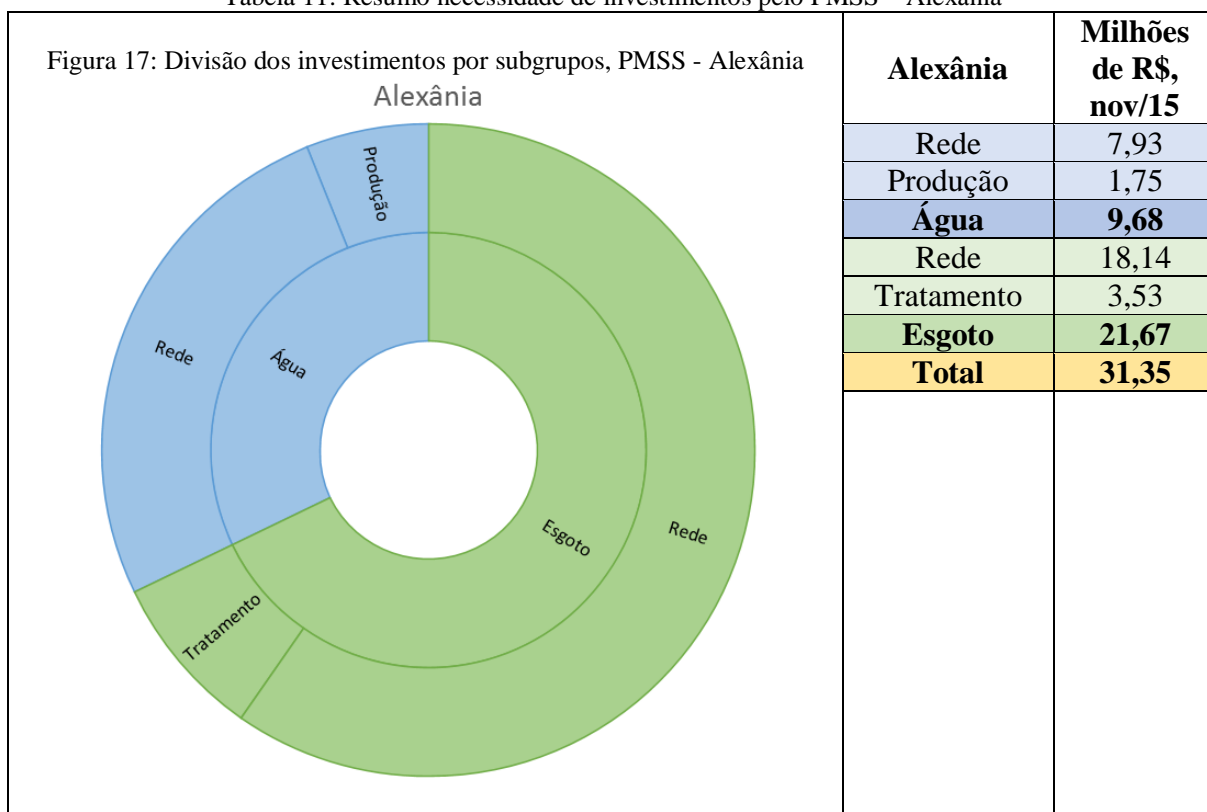


Tabela 12: Resumo necessidade de investimentos pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto

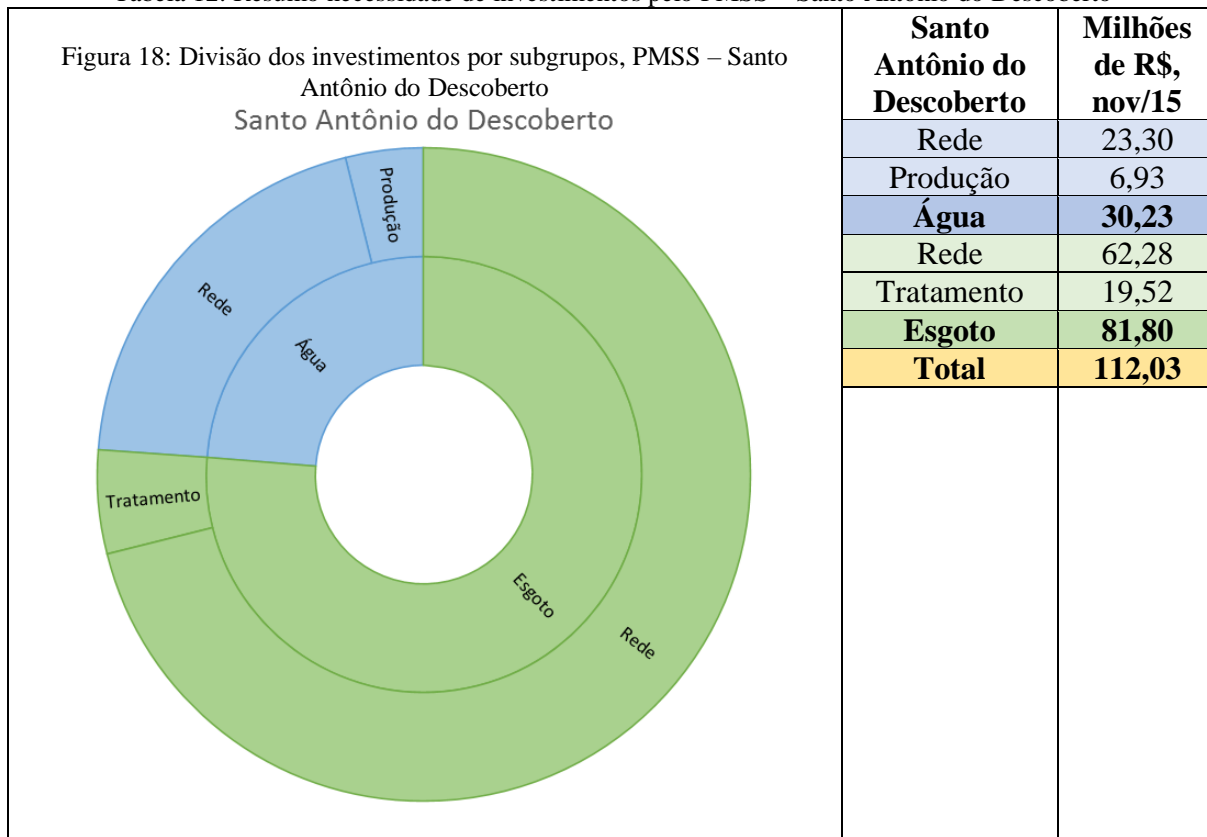


Tabela 13: Parâmetros considerados para a estimativa de custo para expansão de rede de água pelo PMSS

EXPANSÃO REDE DE ÁGUA						
PORTE	PEQUENO		MÉDIO		GRANDE	
Diâmetros	50% 50 mm 20% 75 mm 20% 100 mm 10% 150 mm		40% 50 mm 30% 75 mm 10% 100 mm 5% 150 mm	5% 200 mm 5% 250 mm 3% 300 mm 2% 400 mm	40% 50 mm 30% 75 mm 10% 100 mm 5% 150 mm 1% 800 mm	5% 250 mm 2% 300 mm 1% 400 mm 1% 600 mm
Pavimento	Baixo custo	Alto custo	Baixo custo	Alto custo	Baixo custo	Alto custo
	40% paralelepípedo 10% asfalto	50% paralelepípedo 30% asfalto	40% paralelepípedo 30% asfalto	50% paralelepípedo 40% asfalto	40% paralelepípedo 40% asfalto	50% paralelepípedo 45% asfalto
Material de escavação	Sem rocha Sem escoramento Sem rebaixamento	5% rocha 5% escoramento Sem rebaixamento	Sem rocha Sem escoramento Sem rebaixamento	5% rocha 5% escoramento Sem rebaixamento	Sem rocha Sem escoramento Sem rebaixamento	5% rocha 5% escoramento Sem rebaixamento
Preço serviço	R\$ 28,76	R\$ 41,13	R\$ 36,60	R\$ 50,78	R\$ 44,63	R\$ 56,24
Preço material hidráulico	R\$ 13,16	R\$ 13,16	R\$ 27,77	R\$ 27,77	R\$ 34,82	R\$ 34,82
Preço total	R\$ 41,92	R\$ 54,29	R\$ 64,37	R\$ 78,55	R\$ 79,45	R\$ 91,06
Preço médio por porte	R\$ 48,11		R\$ 71,46		R\$ 85,26	
Preço médio, nov/15	R\$ 122,10		R\$ 181,38		R\$ 216,40	

Tabela 14: Parâmetros considerados para a estimativa do custo de ligação de água com hidrômetro - PMSS

LIGAÇÃO DE ÁGUA COM HIDRÔMETRO						
CUSTO	BAIXO CUSTO			ALTO CUSTO		
Porte	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande
Preço serviço	R\$ 34,33			R\$ 35,24		
Preço material hidráulico	R\$ 105,73			R\$ 142,57		
Preço total	R\$ 140,06			R\$ 177,81		
Preço médio	R\$ 158,94					
Preço médio, nov/15	R\$ 403,42					

Tabela 15: Necessidade de investimentos em rede de água pelo PMSS – Alexânia

Alexânia						
Informações PMSS						
Porte		Pequeno				
Índice de variação regional		1,07				
Íncidência do custo de reservatório e elevatória		0,12				
Preço por metro de rede, nov/15	R\$/m	122,10				
Preço por ligação, nov/15	R\$/lig	403,42				
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Extensão da rede de água por ligação	m/lig.	9,97	9,42	9,03	8,71	8,46
Densidade de economias de água por ligação	econ./lig.	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Extensão da rede de água por economia	m/econ.	9,29	8,78	8,42	8,13	7,89
Preço médio rede, nov/15	R\$/econ	2.225,65	2.126,92	2.055,19	1.998,82	1.952,36
Aumento na quantidade de economias de água	economias	742	890	794	714	680
Rede de água						
Preço total por ano, nov/15	Milhões R\$	1,65	1,89	1,63	1,43	1,33

Tabela 16: Necessidade de investimentos em rede de água pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto						
Informações PMSS						
Porte		Médio				
Índice de variação regional		1,04				
Íncidência do custo de reservatório e elevatória		0,08				
Preço por metro de rede, nov/15	R\$/m	181,38				
Preço por ligação, nov/15	R\$/lig	403,42				
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Extensão da rede de água por ligação	m/lig.	12,33	12,33	12,33	12,33	12,33
Densidade de economias de água por ligação	econ./lig.	1,13	1,12	1,10	1,09	1,08
Extensão da rede de água por economia	m/econ.	10,86	11,04	11,17	11,28	11,36
Preço médio rede, nov/15	R\$/econ	2.512,15	2.552,76	2.583,07	2.607,38	2.627,75
Aumento na quantidade de economias de água	economias	1.117	2.061	1.992	1.919	1.934
Rede de água						
Preço total por ano, nov/15	Milhões R\$	2,81	5,26	5,15	5,00	5,08

Tabela 17: Parâmetros considerados para a estimativa de custo para expansão de rede de coleta de esgoto pelo PMSS

REDE DE COLETA DE ESGOTOS						
PORTE	PEQUENO		MÉDIO		GRANDE	
Diâmetros	85% 150 mm		70% 150 m		60% 150 mm	
	10% 200 mm		10% 200 mm		10% 200 mm	
	3% 250 mm		10% 250 mm		10% 250 mm	
	2% 300		5% 300 mm		10% 300 mm	
Pavimento	Baixo custo	Alto custo	Baixo custo	Alto custo	Baixo custo	Alto custo
	40% paralelepípedo	50% paralelepípedo	40% paralelepípedo	50% paralelepípedo	40% paralelepípedo	50% paralelepípedo
	10% asfalto	30% asfalto	30% asfalto	40% asfalto	40% asfalto	45% asfalto
Material de escavação	Sem rocha	20% rocha	Sem rocha	20% rocha	Sem rocha	20% rocha
	10% escoramento	30% escoramento	10% escoramento	30% escoramento	10% escoramento	30% escoramento
	Predomina escoramento descontínuo		Predomina escoramento parede dupla		Predomina escoramento parede dupla	
	Sem rebaixamento	5% rebaixamento	Sem rebaixamento	5% rebaixamento	Sem rebaixamento	5% rebaixamento
Profundidade	50% 1,00 m	30% 1,00 m	50% 1,00 m	30% 1,00 m	50% 1,00 m	30% 1,00 m
	40% 1,25 m	40% 1,25 m	40% 1,25 m	40% 1,25 m	40% 1,25 m	40% 1,25 m
	05% 1,75 m	15% 1,75 m	05% 1,75 m	15% 1,75 m	05% 1,75 m	15% 1,75 m
	05% 2,50 m	15% 2,50 m	05% 2,50 m	15% 2,50 m	05% 2,50 m	15% 2,50 m
Preço serviço	R\$ 59,89	R\$ 112,11	R\$ 71,02	R\$ 135,55	R\$ 74,74	R\$ 138,57
Preço material hidráulico	R\$ 23,28	R\$ 23,28	R\$ 31,35	R\$ 31,35	R\$ 39,75	R\$ 39,75
Preço total	R\$ 83,17	R\$ 135,39	R\$ 102,37	R\$ 166,90	R\$ 114,49	R\$ 178,32
Preço por porte	R\$ 109,28		R\$ 134,64		R\$ 146,41	
Preço, nov/15	R\$ 277,38		R\$ 341,74		R\$ 371,61	

Tabela 18: Parâmetros considerados para a estimativa do custo para expansão de rede dupla de esgoto, pelo passeio, pelo PMSS

REDE DUPLA NO PASSEIO						
CUSTO	BAIXO CUSTO			ALTO CUSTO		
Porte	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande
Diâmetros	80% 100 mm			80% 100 mm		
	20% 150 mm			20% 150 mm		
Material de escavação	Sem rocha			5% rocha		
Pavimento	80% concreto passeio			95% concreto passeio		
	5% paralelepípedo			5% asfalto		
Escoramento	Sem escoramento			10% escoramento descontínuo		
Preço serviço	R\$ 49,39			R\$ 60,24		
Preço material hidráulico	R\$ 12,41			R\$ 12,41		
Preço total	R\$ 61,80			R\$ 72,65		
Preço médio	R\$ 67,23					
Preço total, nov/15	R\$ 170,63					

Tabela 19: Necessidade de investimentos em rede de esgoto pelo PMSS – Alexânia

Alexânia						
Informações PMSS						
Porte		Pequeno				
Índice de variação regional		0,98				
Incidência do custo de estações elevatórias		0,047				
Preço por metro de rede, nov/15	R\$/m	277,38				
Preço médio rede dupla, nov/15	R\$/m	170,63				
Extensão média do ramal de ligação	m	5,00				
Incidência de rede dupla	%	50,00				
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Extensão da rede de esgotos	m	2.497,27	9.337,28	16.927,15	25.135,83	33.961,87
Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto	economias	134	576	1.242	2.164	3.411
Aumento na quantidade de economias de esgoto	economias	134	442	665	922	1.248
Extensão da rede de esgoto por economia	m/econ	18,62	16,20	13,63	11,62	9,96
Preço médio rede, nov/15	R\$/econ	7.333	6.564	5.750	5.110	4.583
Rede de esgoto						
Preço total por ano, nov/15	Milhões R\$	0,98	2,90	3,82	4,71	5,72

Tabela 20: Necessidade de investimentos em rede de esgoto pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto						
Informações PMSS						
Porte		Médio				
Índice de variação regional		0,97				
Incidência do custo de estações elevatórias		0,029				
Preço por metro de rede, nov/15	R\$/m	341,74				
Preço médio rede dupla, nov/15	R\$/m	170,63				
Extensão média do ramal de ligação	m	6,00				
Incidência de rede dupla	%	50,00				
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Extensão da rede de esgoto por ligação	m/lig.	60.827,57	85.266,44	113.368,30	144.995,53	180.704,18
Quantidade de ligações totais de esgotos	ligações	7.515	9.430	12.135	15.298	19.106
Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto	economias	321	1.915	2.705	3.163	3.808
Aumento na quantidade de economias de esgoto	economias	8,09	9,04	9,34	9,48	9,46
Extensão da rede de esgoto por economia	m/econ	4.806	5.129	5.231	5.277	5.270
Rede de esgoto						
Preço total por ano, nov/15	Milhões R\$	1,54	9,82	14,15	16,69	20,07

Tabela 21: Parâmetros considerados para a estimativa de custo para implantação de sistema de produção de água pelo PMSS

SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA				
PORTE		PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
ADUTORAS	Material	Ferro fundido	Ferro fundido	50% ferro fundido - 1000 mm
	Diâmetro	200 mm	600 mm	50% aço - 48"
	Escoramento	25% pontaleamento 25% descontínuo 50% contínuo	25% descontínuo 50% contínuo 25% especial	15% descontínuo 45% contínuo 30% especial 10% metálico-madeira
	Pavimentação	35% sem pavimento 25% asfalto 40% paralelepípedo	20% sem pavimento 40% asfalto 40% paralelepípedo	20% sem pavimento 40% asfalto 40% paralelepípedo
	Escavação	10% rocha	20% rocha	20% rocha
RESERVATÓRIO		1000 m³, semi enterrado, concreto	2000 m³, semi enterrado, concreto	5000 m³, semi enterrado, concreto protendido
ELEVATÓRIAS		120 l/s	200 l/s	200 l/s
ETAS		ETA convencional, 50 l/s	500 l/s	1500 l/s
		$R\$ = -48,097Q(l/s)^2 + 19154Q(l/s) - 310124$	$R\$ = -8,1Q(l/s)^2 + 25436Q(l/s) - 764960$	
Preço final por habitante		R\$ 117,72	R\$ 123,71	R\$ 113,67
Preço por habitante, nov/15		R\$ 298,80	R\$ 314,01	R\$ 288,52

Tabela 22: Parâmetros considerados para a estimativa de custo para implantação de sistema de tratamento de esgoto pelo PMSS

SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS				
PORTE		PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
COLETORES	Material	Cerâmico	Concreto	Concreto
	Diâmetro	300 mm	700 mm	1000 mm
	Escoramento	25% descontínuo	50% contínuo	50% contínuo
		75% contínuo	50% especial	50% especial
	Pavimentação	35% sem pavimento	20% sem pavimento	20% sem pavimento
		25% asfalto	40% asfalto	40% asfalto
		40% paralelepípedo	40% paralelepípedo	40% paralelepípedo
	Escavação	10% rocha	10% rocha	10% rocha
ELEVATÓRIAS		5 l/s para redes de coleta de esgoto 85 l/s para o afastamento dos esgotos		
ETES		reator anaeróbio seguido de lagoa	lodo ativado convencional	
		$\frac{R\$}{l/s} = -152,22 \ln Q(l/s) + 14725$	$\frac{R\$}{l/s} = -3025,4 \ln Q(l/s) + 52446$	
Preço final por habitante		R\$ 103,32	R\$ 165,77	R\$ 226,39
Preço por habitante, nov/15		R\$ 262,25	R\$ 420,77	R\$ 574,64

Tabela 23: Necessidade de investimentos em sistemas de produção de água e de tratamento de esgotos pelo PMSS – Alexânia

Alexânia						
Informações PMSS						
Porte		Pequeno				
Produção de água - Preço por habitante	R\$/hab	R\$ 298,80				
Tratamento de esgotos - Preço por habitante	R\$/hab	R\$ 262,25				
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na população urbana – água	habitantes	816	1.469	1.316	1.161	1.109
Aumento na população urbana – esgoto	habitantes	994	2.718	3.010	3.249	3.487
Produção de água Preço total por ano, nov/15	Milhões R\$	0,24	0,44	0,39	0,35	0,33
Tratamento de esgoto Preço total por ano, nov/15	Milhões R\$	0,26	0,71	0,79	0,89	0,91

Tabela 24: Necessidade de investimentos em sistemas de produção de água e de tratamento de esgotos pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto						
Informações PMSS						
Porte		Médio				
Produção de água - Preço por habitante	R\$/hab	R\$ 314,01				
Tratamento de esgotos - Preço por habitante	R\$/hab	R\$ 420,77				
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na população urbana – água	habitantes	2.376	5.036	4.974	4.805	4.881
Aumento na população urbana – esgoto	habitantes	3.855	9.743	10.404	10.891	11.506
Produção de água Preço total por ano, nov/15	Milhões R\$	0,75	1,58	1,56	1,51	1,53
Tratamento de esgoto Preço total por ano, nov/15	Milhões R\$	1,62	4,10	4,38	4,58	4,84

Tabela 25: Percentuais das necessidades de investimento pelo PMSS - Alexânia

Alexânia	Subtotal, nov/15	Percentual
Rede de água	R\$ 7.929.877,35	25,29%
Produção de água	R\$ 1.754.213,66	5,59%
Água	R\$ 9.684.091,01	30,89%
Rede de esgoto	R\$ 18.141.057,68	57,86%
Tratamento de esgoto	R\$ 3.529.108,56	11,26%
Esgoto	R\$ 21.670.166,24	69,11%
Total	R\$ 31.354.257,25	
Milhões de R\$	31,35	

Tabela 26: Percentuais das necessidades de investimento pelo PMSS – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto	Subtotal, nov/15	Percentual
Rede de água	R\$ 23.298.711,38	20,80%
Produção de água	R\$ 6.931.059,98	6,19%
Água	R\$ 30.229.771,36	26,98%
Rede de esgoto	R\$ 62.277.164,88	55,59%
Tratamento de esgoto	R\$ 19.523.333,80	17,43%
Esgoto	R\$ 81.800.498,68	73,02%
Total	R\$ 112.030.270,04	
Milhões de R\$	112,03	

2.2.2.1.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS

A metodologia do PMSS é uma das metodologias mais abrangentes abordadas neste estudo. Por ter sido utilizada para estimar os investimentos necessários para a universalização do acesso ao saneamento em todo o Brasil, houve uma tentativa de calcular condições mais genéricas para cada situação, e estimar um preço médio para cada componente do custo. Essa abrangência levou à utilização de indicadores de correção estadual, de acordo com o porte de cada município. No entanto, como a situação do estado do Goiás, principalmente nas cidades do entorno do DF, mudou muito desde a época em que o estudo foi feito (2003), esses índices podem não ser tão representativos.

Ademais, devido ao grande número de municípios que foram atendidos, principalmente aqueles onde o acesso a serviços e materiais é muito prejudicado, o PMSS pode – em prol da segurança – ter estimado os preços acima do praticado.

2.2.2.2 INDICADORES DE CUSTO DE REFERÊNCIA (ICR) – MINISTÉRIO DAS CIDADES

O Ministério das Cidades, por meio de sua Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental divulgou, em 2010, uma nota técnica (SNSA Nº 492/2010) que abordava indicadores de custos de referência e de eficiência técnica para análise técnica de engenharia de infraestrutura e saneamento, para as vertentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Essa nota tinha como objetivo servir de referência para orçamentos globais de unidades e sistemas de saneamento. Ela foi elaborada pelo próprio Ministério com informações obtidas através de obras realizadas pelo PAC1 (Ministério das Cidades, 2010).

Ao final do ano de 2009, mais de 160 obras de sistemas de abastecimento de água e 200 obras de esgotamento sanitário haviam sido concluídas pelo Programa de Aceleração do Crescimento - PAC. Essas informações foram tratadas, gerando indicadores de custos (e também e eficiência técnica) com data base de 2008. A partir da metodologia já adotada no presente estudo, calculou-se o índice de reajuste (relativo ao INCC acumulado) como sendo igual a **1,5762**.

O Ministério separou as obras de acordo com porte do município, baseando-se no número de domicílios, abordando até municípios com 100.000 domicílios. Os dados também foram separados por região. Para cada sistema (SAA – Sistema de Abastecimento de Água e SES – Sistema de Esgotamento Sanitário), foram criados subsistemas, referentes à cada etapa do sistema original. Dessa maneira, o SAA foi dividido em: Captação, Estação Elevatória, Adução, Estação de Tratamento, Reservação, Rede de Distribuição e Ligação Predial. O SES

foi dividido em: Ligação Predial, Coleta, Estação Elevatória e Linha de Recalque, Estação de Tratamento e Emissário Final.

Os dados separados pelo Ministério (por região, por faixa do número de domicílios e por subsistema) passaram por um tratamento estatístico, para validação. Ao final desse tratamento estatístico foram gerados custos por unidade básica de atendimento, usualmente R\$/habitante, mas também R\$/metro, para o caso de redes. A partir de cada indicador parcial (dos subsistemas), foi gerado um indicador global para cada sistema. Esse indicador do sistema é sugerido como uma análise mais geral, por considerar apenas os dados de R\$/habitante, e não os indicadores sugeridos de R\$/metro, que caracteriza redes de uma maneira mais real. Por fim, com as médias ponderadas de cada indicador global (que também estão separados por faixa de domicílio e região), foram criados indicadores globais por região, e, por fim, um indicador global nacional para cada sistema.

Por fim, a nota também traz uma pequena referência quanto ao custo global para implantação de aterro sanitário, que será tratado posteriormente no presente estudo.

2.2.2.2.1 ESTIMATIVA DE PREÇOS

Os resultados obtidos através da metodologia sugerida pelo Ministério das Cidades encontram-se da Tabela 29 à Tabela 38, bem como na Tabela 27 e na Tabela 28. Os resultados foram separados primeiro por sistema (SAA e SES), e, dentro de cada sistema, por município (SAA – Alexânia, SAA – Santo Antônio do Descoberto, SES – Alexânia, SES – Santo Antônio do Descoberto). As estimativas estão separadas por subsistema, e por ano (2015 a 2035). Após cada estimativa, existe uma tabela resumo, que soma a incidência de custo de cada subsistema dentro do seu sistema original. Por exemplo, na Tabela 29 estão reunidos os investimentos necessários para atender o município de Alexânia com abastecimento de água, e na Tabela 30 estão os subtotais calculados para cada subsistema, ao longo dos 20 anos.

Após as tabelas de SAA (composições e resumo) e SES (composições e resumo) de cada município, existe uma tabela geral (Tabela 35 no caso de Alexânia e Tabela 38, no de Santo Antônio do Descoberto) que conta com uma síntese de tudo o que deveria ser investido no município, ao longo de todos os 20 anos.

Tabela 27: Resumo necessidade de investimento pelo ICR - Alexânia

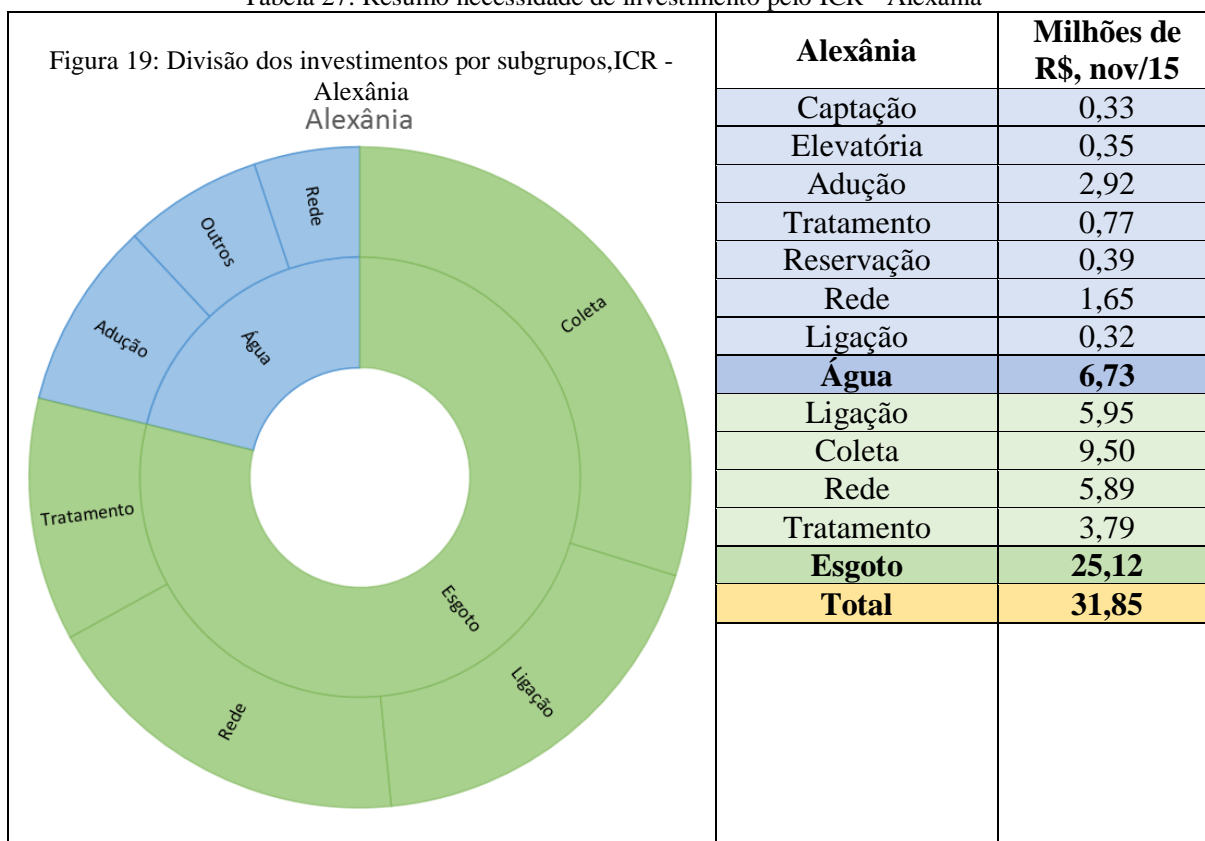


Tabela 28: Resumo necessidade de investimentos pelo ICR – Santo Antônio do Descoberto

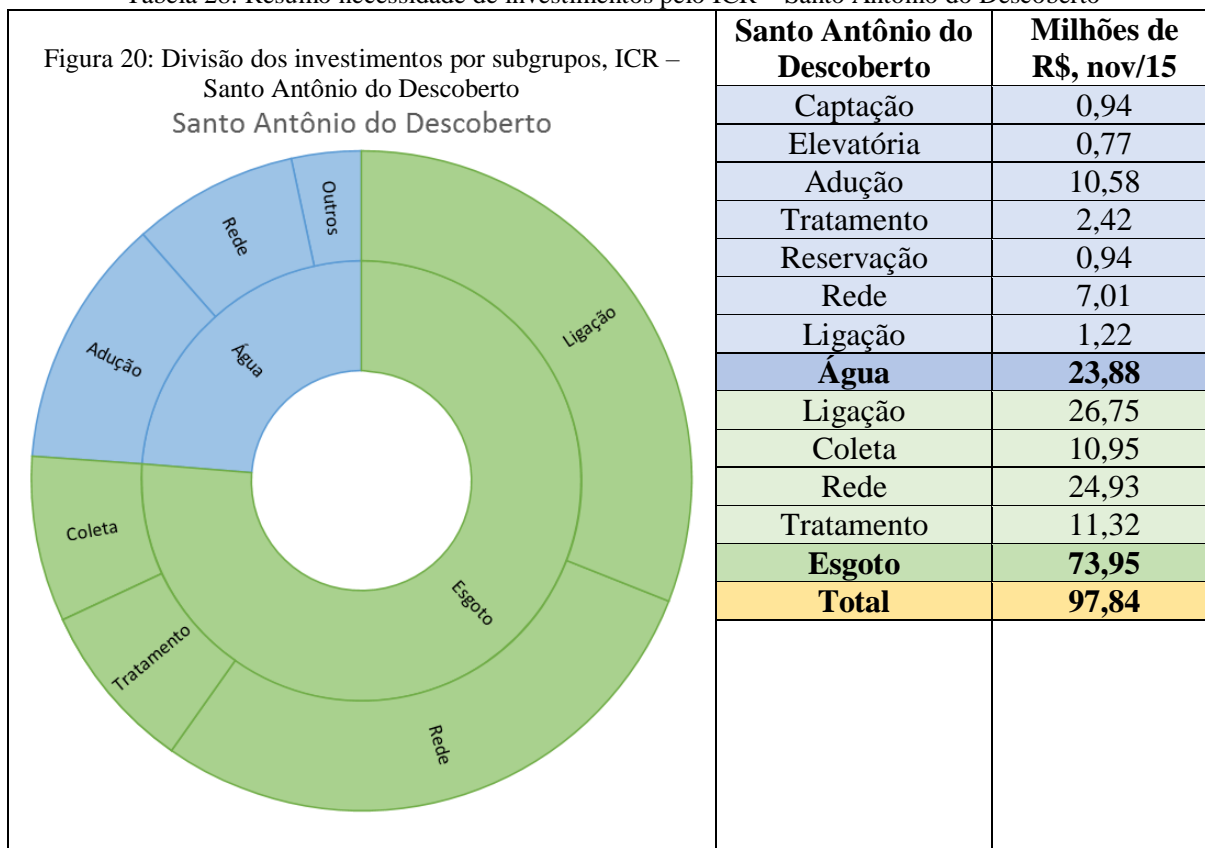


Tabela 29: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em abastecimento de água pelo ICR, Alexânia

Alexânia		2015	2020	2025	2030	2035
Domicílios		7.567	8.456	9.251	9.965	10.644
Aumento na quantidade de economias	economia	742	890	794	714	680
Habitante por economia	hab/econ	2,89	2,76	2,66	2,59	2,53
Aumento no número de habitantes	hab	816	1.469	1.316	1.161	1.109
Aumento na extensão de rede	m	7.466	5.554	4.921	4.300	4.083
Captação	R\$/hab	37	37	37	37	31
	Subtotal	R\$ 30.188,05	R\$ 54.337,61	R\$ 48.690,49	R\$ 42.961,14	R\$ 34.386,46
Elevatória	R\$/hab	40	40	40	40	28
	Subtotal	R\$ 32.635,73	R\$ 58.743,36	R\$ 52.638,37	R\$ 46.444,48	R\$ 31.058,73
Adução	R\$/m	528				
	Subtotal	R\$ 1.852.899,84				
Tratamento	R\$/hab	85	85	85	85	75
	Subtotal	R\$ 69.350,93	R\$ 124.829,63	R\$ 111.856,53	R\$ 98.694,51	R\$ 83.193,04
Reservação	R\$/hab	45	45	45	45	29
	Subtotal	R\$ 36.715,20	R\$ 66.086,28	R\$ 59.218,16	R\$ 52.250,04	R\$ 32.167,97
Rede de Distribuição	R\$/m	40	40	40	40	38
	Subtotal	R\$ 298.638,49	R\$ 222.174,72	R\$ 196.853,58	R\$ 171.996,50	R\$ 155.145,37
Ligação	R\$/hab	35	35	35	35	35
	Subtotal	R\$ 28.556,27	R\$ 51.400,44	R\$ 46.058,57	R\$ 40.638,92	R\$ 38.823,42
Sistema de abastecimento de água	Total	R\$ 2.348.984,51	R\$ 577.572,04	R\$ 515.315,71	R\$ 452.985,58	R\$ 374.774,99
	Total, nov/15	R\$ 3.702.581,18	R\$ 910.396,54	R\$ 812.265,15	R\$ 714.017,44	R\$ 590.738,18
	Milhões de R\$	3,70	0,91	0,81	0,71	0,59

Tabela 30: Percentuais das necessidades de investimento em abastecimento de água pelo ICR – Alexânia

Alexânia	Subtotal	Subtotal, nov/15	Percentual
Captação	R\$ 210.563,74	R\$ 331.900,59	4,93%
Elevatória	R\$ 221.520,67	R\$ 349.171,42	5,19%
Adução	R\$ 1.852.899,84	R\$ 2.920.628,92	43,40%
Tratamento	R\$ 487.924,65	R\$ 769.090,05	11,43%
Reservação	R\$ 246.437,65	R\$ 388.446,75	5,77%
Rede de Distribuição	R\$ 1.044.808,67	R\$ 1.646.877,16	24,47%
Ligação	R\$ 205.477,61	R\$ 323.883,59	4,81%
Total	R\$ 4.269.632,83	R\$ 6.729.998,48	
Milhões de R\$	4,27	6,73	

Tabela 31: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em abastecimento de água pelo ICR, Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto		2015	2020	2025	2030	2035
Domicílios		16.305	18.366	20.358	22.277	24.211
Aumento na quantidade de economias	economia	1.117	2.061	1.992	1.919	1.934
Habitante por economia	hab/econ	3,41	3,31	3,23	3,16	3,11
Aumento no número de habitantes	hab	2.376	5.036	4.974	4.805	4.881
Aumento na extensão de rede	m	13.830	28.058	27.047	26.072	26.269
Captação	R\$/hab	31	31	25	25	25
	Subtotal	R\$ 73.670,17	R\$ 156.118,49	R\$ 124.357,14	R\$ 120.132,19	R\$ 122.019,33
Elevatória	R\$/hab	28	28	19	19	19
	Subtotal	R\$ 66.540,80	R\$ 141.010,25	R\$ 94.511,43	R\$ 91.300,46	R\$ 92.734,69
Adução	R\$/m	503				
	Subtotal	R\$ 6.713.234,17				
Tratamento	R\$/hab	75	75	67	67	67
	Subtotal	R\$ 178.234,29	R\$ 377.706,02	R\$ 333.277,13	R\$ 321.954,27	R\$ 327.011,79
Reservação	R\$/hab	29	29	26	26	26
	Subtotal	R\$ 68.917,26	R\$ 146.046,33	R\$ 129.331,43	R\$ 124.937,48	R\$ 126.900,10
Rede de Distribuição	R\$/m	38	38	36	36	36
	Subtotal	R\$ 525.543,03	R\$ 1.066.197,43	R\$ 973.678,00	R\$ 938.594,16	R\$ 945.667,99
Ligação	R\$/hab	35	35	35	35	35
	Subtotal	R\$ 83.176,00	R\$ 176.262,81	R\$ 174.100,00	R\$ 168.185,07	R\$ 170.827,06
Sistema de abastecimento de água	Total	R\$ 7.709.315,72	R\$ 2.063.341,33	R\$ 1.829.255,12	R\$ 1.765.103,63	R\$ 1.785.160,95
	Total, nov/15	R\$ 12.151.790,37	R\$ 3.252.336,81	R\$ 2.883.358,99	R\$ 2.782.240,35	R\$ 2.813.855,66
	Milhões de R\$	12,15	3,25	2,88	2,78	2,81

Tabela 32: Percentuais das necessidades de investimento em abastecimento de água pelo ICR – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto	Subtotal	Subtotal, nov/15	Percentual
Captação	R\$ 596.297,32	R\$ 939.912,21	3,94%
Elevatória	R\$ 486.097,63	R\$ 766.210,22	3,21%
Adução	R\$ 6.713.234,17	R\$ 10.581.719,22	44,31%
Tratamento	R\$ 1.538.183,50	R\$ 2.424.558,05	10,15%
Reservação	R\$ 596.132,59	R\$ 939.652,56	3,93%
Rede de Distribuição	R\$ 4.449.680,62	R\$ 7.013.798,37	29,37%
Ligação	R\$ 772.550,93	R\$ 1.217.731,54	5,10%
Total	R\$ 15.152.176,75	R\$ 23.883.582,18	
Milhões de R\$	15,15	23,88	

Tabela 33: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em esgotamento sanitário pelo ICR, Alexânia

Alexânia		2015	2020	2025	2030	2035
Domicílios		7.567	8.456	9.251	9.965	10.644
Aumento na quantidade de economias	economia	742	890	794	714	680
Habitante por economia	hab/econ	2,89	2,76	2,66	2,59	2,53
Aumento no número de habitantes	hab	994	2.718	3.010	3.249	1.719
Aumento na extensão de rede	m	2.497	6.840	7.590	8.209	8.826
Aumento nas ligações de esgoto	ligação	367	1.241	1.721	2.235	2.821
Tipo de ligação domiciliar	R\$/lig	450	450	450	450	450
	Subtotal	R\$ 165.185,03	R\$ 558.328,91	R\$ 774.504,15	R\$ 1.005.910,84	R\$ 1.269.642,40
Coleta	R\$/hab	471	471	471	471	381
	Subtotal	R\$ 467.979,03	R\$ 1.279.991,25	R\$ 1.417.591,14	R\$ 1.530.279,90	R\$ 1.328.529,96
Extensão da rede	R\$/m	110	110	110	110	110
	Subtotal	R\$ 274.699,47	R\$ 752.401,02	R\$ 834.886,50	R\$ 902.953,95	R\$ 970.864,81
Tratamento	R\$/hab	180	180	180	180	175
	Subtotal	R\$ 178.845,49	R\$ 489.168,63	R\$ 541.754,58	R\$ 584.820,35	R\$ 610.217,18
Sistema de esgotamento sanitário	Total	R\$ 1.086.709,03	R\$ 3.079.889,81	R\$ 3.568.736,37	R\$ 4.023.965,04	R\$ 4.179.254,34
	Total, nov/15	R\$ 1.712.922,49	R\$ 4.854.668,91	R\$ 5.625.212,13	R\$ 6.342.765,22	R\$ 6.587.539,61
	Milhões de R\$	1,71	4,85	5,63	6,34	6,59

Tabela 34: Percentuais das necessidades de investimento em esgotamento sanitário pelo ICR – Alexânia

Alexânia	Subtotal	Subtotal, nov/15	Percentual
Tipo de ligação domiciliar	R\$ 3.773.571,33	R\$ 5.948.082,75	26,88%
Coleta	R\$ 6.024.371,29	R\$ 9.495.900,77	37,80%
Extensão da rede	R\$ 3.735.805,75	R\$ 5.888.554,83	23,44%
Tratamento	R\$ 2.404.806,22	R\$ 3.790.570,02	15,09%
Total	R\$ 15.938.554,59	R\$ 25.123.108,37	
Milhões de R\$	15,94	25,12	

Tabela 35: Percentuais das necessidades de investimentos pelo ICR – Alexânia

Alexânia	Subtotal, nov/15	Percentual
Água	R\$ 6.729.998,48	21,13%
Esgoto	R\$ 25.123.108,37	78,87%
Total	R\$ 31.853.106,85	
Milhões de R\$	31,85	

Tabela 36: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em esgotamento sanitário pelo ICR, Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto		2015	2020	2025	2030	2035
Domicílios		16.305	18.366	20.358	22.277	24.211
Aumento na quantidade de economias	economia	1.117	2.061	1.992	1.919	1.934
Habitante por economia	hab/econ	3,41	3,31	3,23	3,16	3,11
Aumento no número de habitantes	hab	3.855	9.743	10.404	10.891	11.506
Aumento na extensão de rede	m	0	24.439	28.102	31.627	35.709
Ligação	ligação	2.042	5.741	7.613	9.802	12.521
Tipo de ligação domiciliar	R\$/lig	450	450	450	450	450
	Subtotal	R\$ 918.968,82	R\$ 2.583.488,84	R\$ 3.425.851,57	R\$ 4.411.006,88	R\$ 5.634.537,02
Coleta	R\$/hab	200	169	138	138	138
	Subtotal	R\$ 770.927,12	R\$ 1.646.579,64	R\$ 1.435.755,79	R\$ 1.502.986,15	R\$ 1.587.889,78
Extensão da rede	R\$/m	115	120	135	135	135
	Subtotal	R\$ 0,00	R\$ 2.932.664,85	R\$ 3.793.749,84	R\$ 4.269.677,31	R\$ 4.820.667,50
Tratamento	R\$/hab	174	170	148	148	148
	Subtotal	R\$ 670.706,59	R\$ 1.656.322,71	R\$ 1.539.796,06	R\$ 1.611.898,18	R\$ 1.702.954,26
Sistema de esgotamento sanitário	Total	R\$ 2.360.602,53	R\$ 8.819.056,04	R\$ 10.195.153,26	R\$ 11.795.568,52	R\$ 13.746.048,57
	Total, nov/15	R\$ 3.720.894,06	R\$ 13.901.015,88	R\$ 16.070.085,82	R\$ 18.592.736,52	R\$ 21.667.176,01
	Milhões de R\$	3,72	13,90	16,07	18,59	21,67

Tabela 37: Percentuais das necessidades de investimento em esgotamento sanitário pelo ICR – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto	Subtotal	Subtotal, nov/15	Percentual
Tipo de ligação domiciliar	R\$ 16.973.853,12	R\$ 26.754.995,18	40,58%
Coleta	R\$ 6.944.138,47	R\$ 10.945.681,57	14,80%
Extensão da rede	R\$ 15.816.759,51	R\$ 24.931.129,15	33,71%
Tratamento	R\$ 7.181.677,81	R\$ 11.320.102,39	15,31%
Total	R\$ 46.916.428,91	R\$ 73.951.908,29	
Milhões de R\$	46,92	73,95	

Tabela 38: Percentuais das necessidades de investimento pelo ICR – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto	Subtotal, nov/15	Percentual
Água	R\$ 23.883.582,18	24,41%
Esgoto	R\$ 73.951.908,29	75,59%
Total	R\$ 97.835.490,47	
Milhões de R\$	97,84	

2.2.2.2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS

Semelhantemente à metodologia do PMSS, o uso dos indicadores de custo de referência proposto pelo Ministério das Cidades é baseado em diversos projetos e orçamentos realizados por todo o Brasil, na concepção do PAC. Isso pode gerar algumas limitações, quanto ao seu uso, uma vez que, por maior que seja a amostra estatística, cada situação é específica, e as características médias adotadas para a região do Centro – Oeste, podem não ser representativas da situação da região do entorno do DF.

Um ponto que é importante de ressaltar, é que o PAC, a partir de sua segunda etapa (PAC2, em 2011), passou a poder contratar obras pelo RDC – Regime Diferenciado de Contratação. Na prática, nos resultados encontrados, isso não afeta a qualidade dos dados. No entanto, devido às características do RDC, obras futuras que venham a utilizar essas estimativas, deverão levar em conta os riscos maiores associados a um regime de contratação único.

Sobre as estimativas realizadas, para o investimento em adução, que tem seu valor dependente da distância da adutora, foi considerada a distância já existente no atual sistema. Dessa maneira, os gastos estimados de adução foram todos realizados na primeira faixa de investimentos, o que não aconteceu, por exemplo, com reservação. Neste outro quesito, foram divididos os investimentos ao longo do tempo, representando a construção de reservatórios menores espalhados pelos municípios, em diferentes zonas de pressão.

Para as estimativas de adução e rede (tanto de água como de esgoto), existem dois indicadores: um para o custo por habitante, e o outro, para um custo por metro. Optou-se pelo uso do custo por extensão, por acreditar que esse seja mais próximo às estimativas reais.

No mais, os resultados encontrados por meio dessa metodologia apresentam-se muito próximo das médias, nos investimentos de água, e acima da média, nos investimentos de esgoto. Importante, inclusive, ressaltar, que, para o esgoto de Alexânia, o resultado encontrado foi o mais alto de todas as quatro metodologias, mais que dobrando o menor dos valores.

2.2.2.3 DIAGNÓSTICO DE FURNAS

Em 2005, foi assinado um contrato de cooperação técnica entre a operadora Furnas Centrais Elétricas S.A., a Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão e a União (por meio do Ministério das Cidades e de sua Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental) visando à elaboração de um estudo para levantar a situação atual em que se encontrava o saneamento básico dos 52 municípios e 46 distritos do entorno do Lago de Furnas. Nesse estudo, foram diagnosticados os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos, com o intuito de avaliar os cenários

para prestação desses serviços para os municípios, buscando subsidiar os mesmos na realização de estudos que os ajudem na elaboração de políticas de saneamento ambiental.

Parte integrante desse estudo é a análise dos sistemas, criando cenários diferentes para suas gestões, mapeando os investimentos que estão em curso, levantando a necessidade de outros investimentos e quantificando-os. Esse estudo de avaliação de cenários, entregue à parte do diagnóstico, é dividido em duas partes – uma análise dos modelos e alternativas de organização, e uma análise de viabilidade econômico-financeira dos cenários (Peixoto, 2006).

Nessa segunda parte (de análise de viabilidade econômico-financeira), são traçadas metas de atendimento, visando à universalização do atendimento, adotando premissas técnicas e econômicas da prestação do serviço, e levantados custos e estimativas. Para a elaboração dessa fase, foi desenvolvida uma planilha eletrônica, com diversas estimativas de custos para os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Essa planilha foi alimentada com informações de custo provenientes da COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais – e da empresa ENGESOLO, que trabalhou na elaboração dos estudos. Os custos são referentes ao ano de 2005, e, segundo metodologia já apontada neste estudo, seu INCC acumulado é de **1,9996**.

As informações do sistema de abastecimento de água foram separadas em diversos custos: poços, captação, adutora e EEAB, ETA, UTR e EEAT, rede, ligações e reservatório. Os custos de esgotamento sanitário foram separados em ETE, tanque séptico com sumidouro, rede e interceptores e ligações.

2.2.2.3.1 ESTIMATIVA DE PREÇOS

Semelhantemente ao apresentado nas estimativas do PMSS e nas realizadas com ajuda dos Indicadores do Ministério das Cidades, os resultados dessa estimativa se encontram da Tabela 39 à Tabela 46.

Tabela 39: Resumo necessidade de investimentos por Furnas - Alexânia

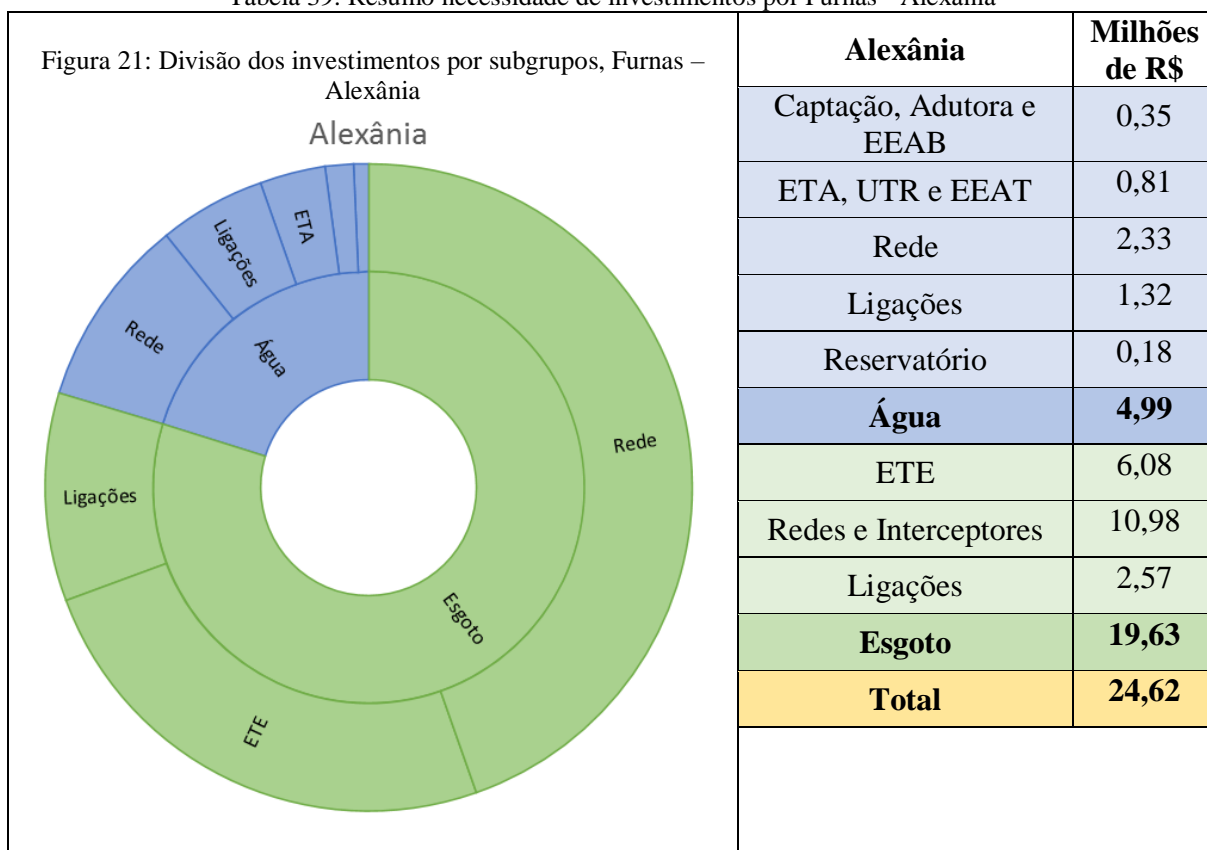


Tabela 40: Resumo necessidade de investimentos por Furnas – Santo Antônio do Descoberto

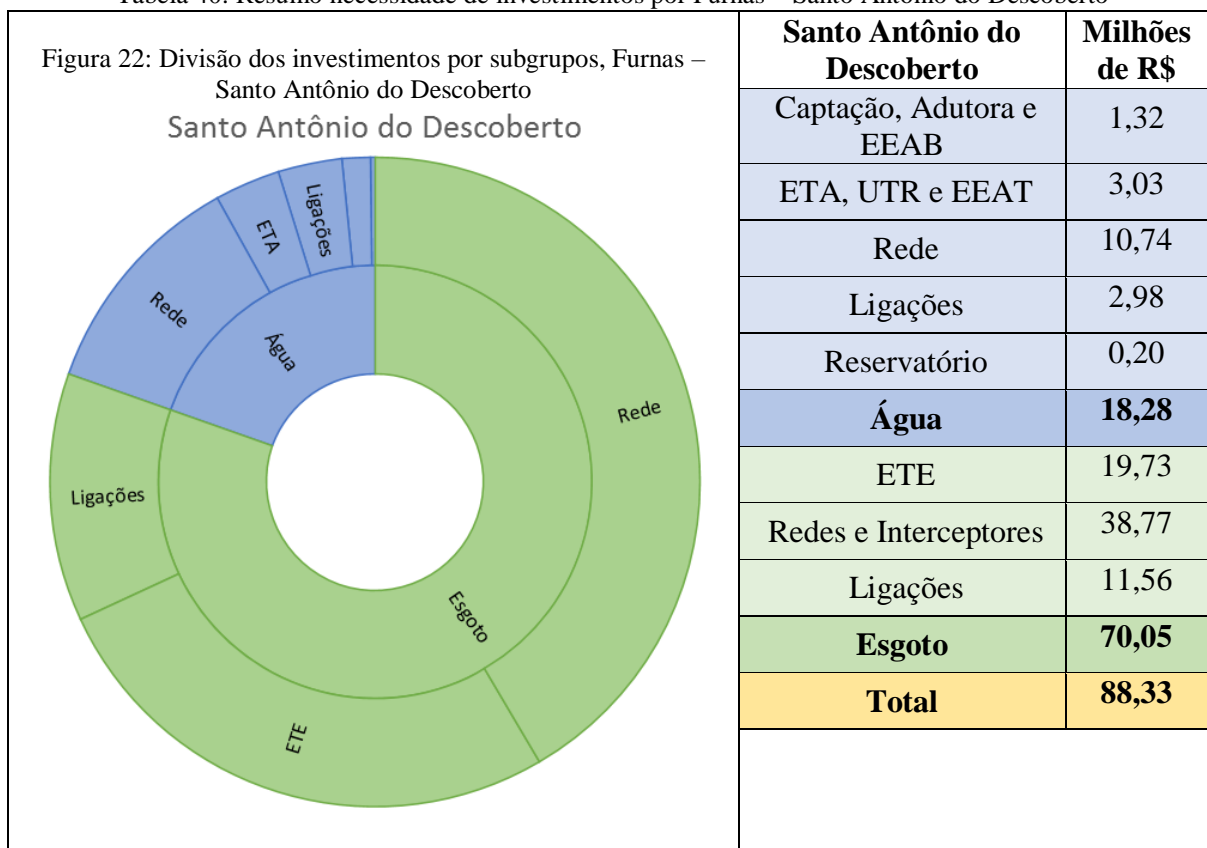


Tabela 41: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em água por Furnas – Alexânia

Alexânia						
Custos Furnas		Fonte		INCC acum	Unid.	Valor
Estimativa de Custo de Captação, Adutora e EEAB.		Copasa, 2005		1,9996	R\$/hab	59,99
Estimativa de Custo da ETA, UTR e EEAT.		Copasa, 2005		1,9996	R\$/hab	137,47
Estimativa de Custo da Rede		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/m	88,56
Estimativa de Custo de Ligações.		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/lig	302,90
Estimativa de Custo de Reservatório.		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/m³	743,55
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na população urbana	habitantes	816	1.469	1.316	1.161	1.109
Aumento na extensão de rede de água	m	7.465,96	5.554,37	4.921,34	4.299,91	4.082,77
Aumento na quantidade de ligações de água	ligações	612	1.080	964	869	828
Aumento no volume de reservação	m³	0,00	66,27	64,19	56,89	54,52
Captação, Adutora e EEAB	R\$	R\$ 48.943,57	R\$ 88.096,98	R\$ 78.941,37	R\$ 69.652,44	R\$ 66.540,79
ETA, UTR e EEAT	R\$	R\$ 112.162,34	R\$ 201.888,91	R\$ 180.907,30	R\$ 159.620,17	R\$ 152.489,31
Rede	R\$	R\$ 661.184,37	R\$ 491.893,91	R\$ 435.833,01	R\$ 380.799,54	R\$ 361.569,70
Ligações	R\$	R\$ 185.448,58	R\$ 327.073,98	R\$ 292.095,19	R\$ 263.194,91	R\$ 250.736,71
Reservatório	R\$	R\$ 0,00	R\$ 49.275,27	R\$ 47.725,40	R\$ 42.300,95	R\$ 40.534,73
TOTAL INVESTIMENTO EM ÁGUA	R\$	R\$ 1.007.738,85	R\$ 1.158.229,04	R\$ 1.035.502,28	R\$ 915.568,01	R\$ 871.871,24
	Milhões de R\$	1,01	1,16	1,04	0,92	0,87

Tabela 42: Percentuais das necessidades de investimento por Furnas – Alexânia

Alexânia	Subtotal, nov/15	Percentual
Captação, Adutora e EEAB	R\$ 352.175,14	1,43%
ETA, UTR e EEAT	R\$ 807.068,02	3,28%
Rede	R\$ 2.331.280,53	9,47%
Ligações	R\$ 1.318.549,37	5,36%
Reservatório	R\$ 179.836,36	0,73%
Água	R\$ 4.988.909,42	20,26%
ETE	R\$ 6.080.261,37	24,70%
Redes e Interceptores	R\$ 10.982.416,77	44,61%
Ligações	R\$ 2.569.124,49	10,43%
Esgoto	R\$ 19.631.802,62	79,74%
Total	R\$ 24.620.712,04	
Milhões de R\$	24,62	

Tabela 43: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em água por Furnas – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto						
Custos Furnas		Fonte		INCC acum	Unid.	Valor
Estimativa de Custo de Captação, Adutora e EEAB.		Copasa, 2005		1,9996	R\$/hab	51,99
Estimativa de Custo da ETA, UTR e EEAT.		Copasa, 2005		1,9996	R\$/hab	164,97
Estimativa de Custo da Rede		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/m	88,56
Estimativa de Custo de Ligações.		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/lig	302,90
Estimativa de Custo de Reservatório.		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/m³	743,55
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na população urbana	habitantes	2.376	5.036	4.974	4.805	4.881
Aumento na extensão de rede de água	m	13.830,08	28.057,83	27.046,61	26.072,06	26.268,56
Aumento na quantidade de ligações de água	ligações	1.122	2.276	2.194	2.115	2.131
Aumento no volume de reservação	m³	0,00	0,00	0,00	0,00	267,75
Captação, Adutora e EEAB	R\$	R\$ 142.558,21	R\$ 302.102,89	R\$ 298.395,97	R\$ 288.258,16	R\$ 292.786,36
ETA, UTR e EEAT	R\$	R\$ 326.695,89	R\$ 692.319,12	R\$ 683.824,09	R\$ 660.591,63	R\$ 670.968,74
Rede	R\$	R\$ 1.224.789,55	R\$ 2.484.796,49	R\$ 2.395.243,37	R\$ 2.308.937,29	R\$ 2.326.338,88
Ligações	R\$	R\$ 339.798,87	R\$ 689.368,27	R\$ 664.523,14	R\$ 640.578,86	R\$ 645.406,66
Reservatório	R\$	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 199.088,77
TOTAL INVESTIMENTO EM ÁGUA	R\$	R\$ 2.033.842,52	R\$ 4.168.586,77	R\$ 4.041.986,56	R\$ 3.898.365,94	R\$ 4.134.589,42
	Milhões de R\$	2,03	4,17	4,04	3,90	4,13

Tabela 44: Percentuais das necessidades de investimento por Furnas – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto	Subtotal, nov/15	Percentual
Captação, Adutora e EEAB	R\$ 1.324.101,59	1,50%
ETA, UTR e EEAT	R\$ 3.034.399,47	3,44%
Rede	R\$ 10.740.105,58	12,16%
Ligações	R\$ 2.979.675,81	3,37%
Reservatório	R\$ 199.088,77	0,23%
Água	R\$ 18.277.371,21	20,69%
ETE	R\$ 19.728.247,56	22,34%
Redes e Interceptores	R\$ 38.765.088,52	43,89%
Ligações	R\$ 11.556.146,10	13,08%
Esgoto	R\$ 70.049.482,18	79,31%
Total	R\$ 88.326.853,39	
Milhões de R\$	88,33	

Tabela 45: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em esgoto por Furnas – Alexânia

Alexânia						
Custos Furnas		Fonte		INCC acum	Unid.	Valor
Custo da ETE		Engesolo, Nov/05		1,9790	R\$/hab	451,83
Custo de Redes e Interceptores		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/m	323,37
Custo de Ligações		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/lig	306,37
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na população urbana atendida por esgoto	habitantes	994	2.718	3.010	3.249	3.487
Aumento na extensão de rede de esgoto	m	2.497,27	6.840,01	7.589,88	8.208,67	8.826,04
Aumento na quantidade de ligações de esgoto	ligações	367	1.241	1.721	2.235	2.821
ETE	R\$	R\$ 448.934,41	R\$ 1.227.901,41	R\$ 1.359.901,61	R\$ 1.468.004,45	R\$ 1.575.519,50
Redes e Interceptores	R\$	R\$ 807.553,78	R\$ 2.211.887,38	R\$ 2.454.375,89	R\$ 2.654.478,64	R\$ 2.854.121,08
Ligações	R\$	R\$ 112.461,35	R\$ 380.121,73	R\$ 527.298,25	R\$ 684.844,66	R\$ 864.398,49
TOTAL INVESTIMENTO EM ESGOTO	R\$	R\$ 1.368.949,54	R\$ 3.819.910,52	R\$ 4.341.575,75	R\$ 4.807.327,75	R\$ 5.294.039,07
	Milhões de R\$	1,37	3,82	4,34	4,81	5,29

Tabela 46: Parâmetros considerados para a estimativa e a necessidade de investimentos em esgoto por Furnas – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto						
Custos Furnas		Fonte		INCC acum	Unid.	Valor
Custo da ETE		Engesolo, Nov/05		1,9790	R\$/hab	451,18
Custo de Redes e Interceptores		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/m	323,37
Custo de Ligações		Engesolo, Jul/05		1,9996	R\$/lig	306,37
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na população urbana atendida por esgoto	habitantes	3.855	9.743	10.404	10.891	11.506
Aumento na extensão de rede de esgoto	m	0,00	24.438,87	28.101,85	31.627,24	35.708,65
Aumento na quantidade de ligações de esgoto	ligações	2.042	5.741	7.613	9.802	12.521
ETE	R\$	R\$ 1.638.926,85	R\$ 4.142.593,11	R\$ 4.423.619,17	R\$ 4.630.758,51	R\$ 4.892.349,91
Redes e Interceptores	R\$	R\$ 0,00	R\$ 7.902.918,59	R\$ 9.087.433,42	R\$ 10.227.455,65	R\$ 11.547.280,86
Ligações	R\$	R\$ 625.652,75	R\$ 1.758.892,00	R\$ 2.332.389,76	R\$ 3.003.103,63	R\$ 3.836.107,96
TOTAL INVESTIMENTO EM ESGOTO	R\$	R\$ 2.677.075,08	R\$ 14.847.037,75	R\$ 16.956.806,83	R\$ 19.026.816,40	R\$ 21.507.076,32
	Milhões de R\$	2,68	14,85	16,96	19,03	21,51

2.2.2.3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS

O estudo de Furnas apresentou o custo mais baixo do investimento em água no município de Alexânia; ficou muito próximo da média, nos investimentos de esgoto do mesmo município; foi também o mais baixo em água, em Santo Antônio.

O baixo custo apresentado pela metodologia pode estar relacionado à sua concepção quanto ao uso de poços. No estudo, em preços de 2005, a execução completa de um poço custa em torno de R\$ 75.000,00. Como, no cálculo das demandas, não foram segregados o número de poços que seriam abertos para a captação de água, foi considerado que toda a captação seria feita superficialmente. Esse fator poderia ser determinante no estudo original, de modo que, as estimativas realizadas fossem de um preço maior, que levaria para mais próximos da média.

2.2.2.4 DIANÓSTICO DA RIDE/DF – 2003

O Ministério das Cidades realizou um estudo cujo objetivo era avaliar as condições do saneamento básico na região do DF e de seu entorno (a RIDE-DF). A região, com muita diversidade em relação a fatores econômicos e sociais, foi objeto desse estudo por se tratar de uma região frágil, em termos institucionais. O diagnóstico serviu como base para a priorização de ações, e investimentos que almejavam a universalização do saneamento básico nessa região (Ministério das Cidades, 2003).

O estudo foi dividido em duas partes, um diagnóstico e um prognóstico, cujo objetivo era trabalhar com projeções populacionais e realizar o levantamento dos investimentos necessários para o atingimento das metas contratadas na universalização do acesso. Foram levantadas informações com as prestadoras de serviço e com as prefeituras, além de realizadas visitas técnicas que agregaram ainda mais ao conteúdo do relatório.

Já no capítulo 7 do diagnóstico, são levantadas e apontadas as concepções básicas das intervenções físicas a serem realizadas nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos municípios. Juntamente com as informações sobre capacidades já instaladas nos sistemas existentes, foi possível calcular a demanda existente. No capítulo 9, essas demandas foram atreladas a custos, gerando as estimativas de investimento necessárias para as ampliações e expansões dos sistemas dos municípios.

O sistema de abastecimento de água foi dividido em grupos menores, a saber: poços tubulares profundos, captação superficial a fio d'água, captação superficial com barragem e regularização de vazão, estação de tratamento de água, adutoras e elevatórias de água bruta, reservação, redes de distribuição e ligações prediais. O sistema de esgotamento sanitário foi dividido em: implantação de ligações prediais, rede coletoras e interceptores, estação de tratamento de esgotos e fossas sépticas seguidas de sumidouros.

2.2.2.4.1 ESTIMATIVA DE PREÇOS

O diagnóstico da RIDE-DF foi feito em 2003, sendo sua última revisão de maio/2003. Dessa maneira, o índice de reajuste do INCC acumulado totalizou **2,5383**. Os resultados calculados estão expostos da Tabela 47 à Tabela 54.

Tabela 47: Resumo necessidade de investimentos por RIDE/03 – Alexânia

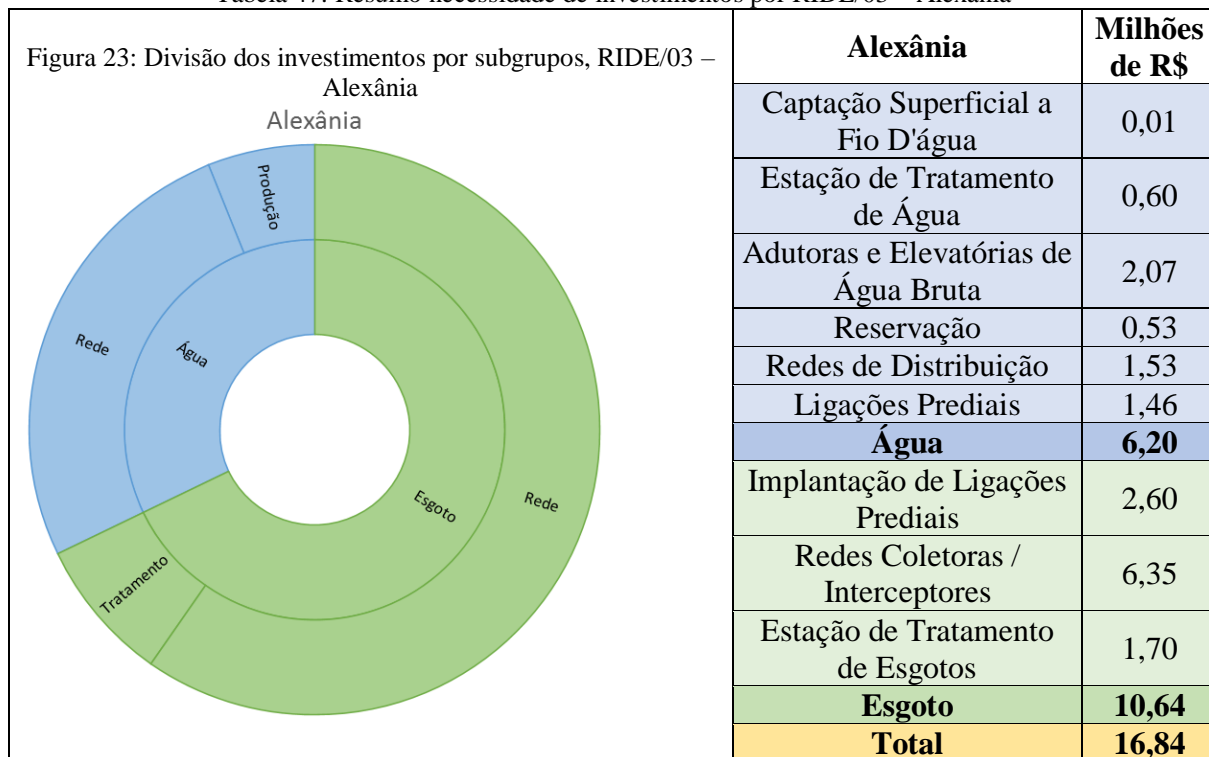


Tabela 48: Resumo necessidade de investimetnos por RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto

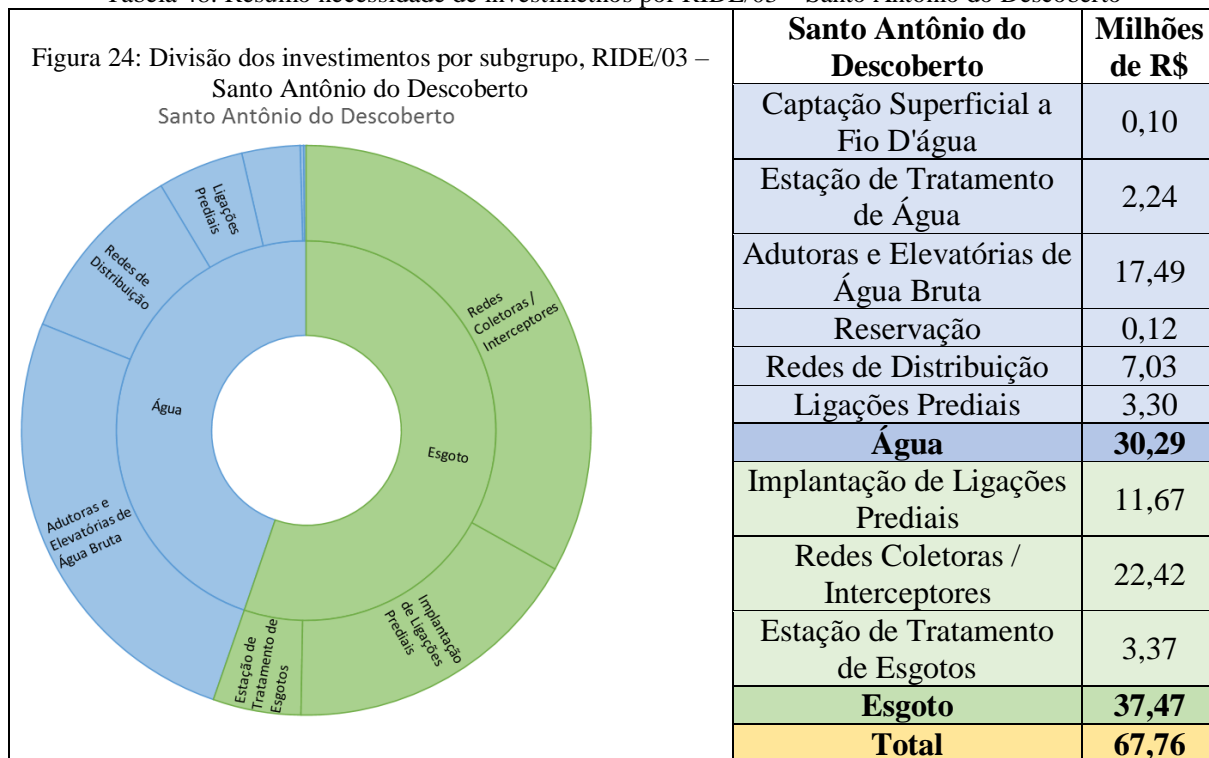


Tabela 49: Parâmetros considerados para a estimativa e necessidades de investimentos em água por RIDE/03 – Alexânia

Alexânia						
Custos Diagnóstico RIDE 03		Fonte		INCC acum	Unid.	Valor
Captação Superficial a Fio D'água		RIDE, 2003		2,5383	R\$/(l/s)	1270,80
Estação de Tratamento de Água		RIDE, 2003		2,5383	R\$/hab	101,53
Adutoras e Elevatórias de Água Bruta		RIDE, 2003		2,5383	R\$/m	589,89
Reservação		RIDE, 2003		2,5383	R\$/m³	variável
Redes de Distribuição		RIDE, 2003		2,5383	R\$/m	57,97
Ligações Prediais		RIDE, 2003		2,5383	R\$/lig	335,79
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na captação de água	l/s	0,00	1,89	1,93	1,60	1,47
Aumento na população urbana	habitantes	816	1.469	1.316	1.161	1.109
Aumento na extensão de rede de água	m	7.465,96	5.554,37	4.921,34	4.299,91	4.082,77
Aumento na quantidade de ligações de água	ligações	612	1.080	964	869	828
Aumento no volume de reservação	m³	0,00	66,27	64,19	56,89	54,52
Captação Superficial a Fio D'água	R\$	R\$ 0,00	R\$ 2.400,43	R\$ 2.446,79	R\$ 2.031,78	R\$ 1.867,79
Estação de Tratamento de Água	R\$	R\$ 82.837,91	R\$ 149.105,80	R\$ 133.609,76	R\$ 117.888,07	R\$ 112.621,55
Adutoras e Elevatórias de Água Bruta	R\$	R\$ 2.070.093,31				
Reservação	R\$	R\$ 102.943,70	R\$ 102.943,70	R\$ 102.943,70	R\$ 102.943,70	R\$ 123.027,50
Redes de Distribuição	R\$	R\$ 432.830,31	R\$ 322.007,91	R\$ 285.308,83	R\$ 249.282,33	R\$ 236.693,93
Ligações Prediais	R\$	R\$ 205.584,34	R\$ 362.587,23	R\$ 323.810,50	R\$ 291.772,27	R\$ 277.961,37
TOTAL INVESTIMENTO EM ÁGUA	R\$	R\$ 2.894.289,56	R\$ 939.045,07	R\$ 848.119,58	R\$ 763.918,15	R\$ 752.172,13
	Milhões de R\$	2,89	0,94	0,85	0,76	0,75

Tabela 50: Percentuais das necessidades de investimento por RIDE/03 – Alexânia

Alexânia	Subtotal, nov/15	Percentual
Captação Superficial a Fio D'água	R\$ 8.746,80	0,05%
Estação de Tratamento de Água	R\$ 596.063,09	3,54%
Adutoras e Elevatórias de Água Bruta	R\$ 2.070.093,31	12,29%
Reservação	R\$ 534.802,30	3,18%
Redes de Distribuição	R\$ 1.526.123,30	9,06%
Ligações Prediais	R\$ 1.461.715,70	8,68%
Água	R\$ 6.197.544,49	36,80%

Alexânia	Subtotal, nov/15	Percentual
Implantação de Ligações Prediais	R\$ 2.595.080,18	15,41%
Redes Coletoras / Interceptores	R\$ 6.351.510,11	37,72%
Estação de Tratamento de Esgotos	R\$ 1.695.470,62	10,07%
Esgoto	R\$ 10.642.060,92	63,20%
Total	R\$ 16.839.605,41	
Milhões de R\$	16,84	

Tabela 51: Parâmetros considerados para a estimativa e necessidades de investimentos em água por RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto						
Custos Diagnóstico RIDE 03		Fonte		INCC acum	Unid.	Valor
Captação Superficial a Fio D'água		RIDE, 2003		2,5383	R\$/(l/s)	1444,16
Estação de Tratamento de Água		RIDE, 2003		2,5383	R\$/hab	101,53
Adutoras e Elevatórias de Água Bruta		RIDE, 2003		2,5383	R\$/m	1310,76
Reservação		RIDE, 2003		2,5383	R\$/m³	variável
Redes de Distribuição		RIDE, 2003		2,5383	R\$/m	57,97
Ligações Prediais		RIDE, 2003		2,5383	R\$/lig	335,79
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na captação de água	l/s	2,30	13,45	15,47	17,41	19,65
Aumento na população urbana	habitantes	2.376	5.036	4.974	4.805	4.881
Aumento na extensão de rede de água	m	13.830,08	28.057,83	27.046,61	26.072,06	26.268,56
Aumento na quantidade de ligações de água	ligações	1.122	2.276	2.194	2.115	2.131
Aumento no volume de reservação	m³	0,00	0,00	0,00	0,00	267,75
Captação Superficial a Fio D'água	R\$	R\$ 3.321,87	R\$ 19.423,10	R\$ 22.334,30	R\$ 25.136,15	R\$ 28.379,90
Estação de Tratamento de Água	R\$	R\$ 241.282,47	R\$ 511.314,86	R\$ 505.040,82	R\$ 487.882,40	R\$ 495.546,46
Adutoras e Elevatórias de Água Bruta	R\$	R\$ 17.493.867,03				
Reservação	R\$	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 123.027,50
Redes de Distribuição	R\$	R\$ 801.782,47	R\$ 1.626.619,26	R\$ 1.567.995,21	R\$ 1.511.496,77	R\$ 1.522.888,36
Ligações Prediais	R\$	R\$ 376.693,78	R\$ 764.218,96	R\$ 736.676,18	R\$ 710.132,06	R\$ 715.484,06
TOTAL INVESTIMENTO EM ÁGUA	R\$	R\$ 18.916.947,62	R\$ 2.921.576,18	R\$ 2.832.046,52	R\$ 2.734.647,38	R\$ 2.885.326,28
	Milhões de R\$	18,92	2,92	2,83	2,73	2,89

Tabela 52: Percentuais das necessidades de investimento por RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto	Subtotal, nov/15	Percentual
Captação Superficial a Fio D'água	R\$ 98.595,33	0,15%
Estação de Tratamento de Água	R\$ 2.241.067,00	3,31%
Adutoras e Elevatórias de Água Bruta	R\$ 17.493.867,03	25,82%
Reservação	R\$ 123.027,50	0,18%
Redes de Distribuição	R\$ 7.030.782,07	10,38%
Ligações Prediais	R\$ 3.303.205,05	4,88%
Água	R\$ 30.290.543,98	44,70%

Santo Antônio do Descoberto	Subtotal, nov/15	Percentual
Implantação de Ligações Prediais	R\$ 11.672.897,07	17,23%
Redes Coletoras / Interceptores	R\$ 22.419.186,68	33,09%
Estação de Tratamento de Esgotos	R\$ 3.374.384,88	4,98%
Esgoto	R\$ 37.466.468,64	55,30%
Total	R\$ 67.757.012,62	
Milhões de R\$	67,76	

Tabela 53: Parâmetros considerados para a estimativa e necessidades de investimentos em esgoto por RIDE/03 – Alexânia

Alexânia						
Custos Diagnóstico RIDE 03		Fonte		INCC acum	Unid.	Valor
Implantação de Ligações Prediais		RIDE, 2003		2,5383	R\$/lig	309,46
Redes Coletoras / Interceptores		RIDE, 2003		2,5383	R\$/m	187,02
Estação de Tratamento de Esgotos		RIDE, 2003		2,5383	Fórmula CAESB	50,965*hab + 201.928
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na população urbana atendida por esgoto	habitantes	994	2.718	3.010	3.249	3.487
Aumento na extensão de rede de esgoto	m	2.497,27	6.840,01	7.589,88	8.208,67	8.826,04
Aumento na quantidade de ligações de esgoto	ligações	367	1.241	1.721	2.235	2.821
Implantação de Ligações Prediais	R\$	R\$ 113.597,54	R\$ 383.962,08	R\$ 532.625,51	R\$ 691.763,60	R\$ 873.131,45
Redes Coletoras / Interceptores	R\$	R\$ 467.036,18	R\$ 1.279.210,70	R\$ 1.419.450,16	R\$ 1.535.176,48	R\$ 1.650.636,58
Estação de Tratamento de Esgotos	R\$	R\$ 252.566,11	R\$ 340.430,66	R\$ 355.319,79	R\$ 367.513,38	R\$ 379.640,68
TOTAL INVESTIMENTO EM ESGOTO	R\$	R\$ 833.199,83	R\$ 2.003.603,44	R\$ 2.307.395,47	R\$ 2.594.453,46	R\$ 2.903.408,71
	Milhões de R\$	0,83	2,00	2,31	2,59	2,90

Tabela 54: Parâmetros considerados para a estimativa e necessidades de investimentos em esgoto por RIDE/03 – Santo Antônio do Descoberto

Santo Antônio do Descoberto						
Custos Diagnóstico RIDE 03		Fonte		INCC acum	Unid.	Valor
Implantação de Ligações Prediais		RIDE, 2003		2,5383	R\$/lig	309,46
Redes Coletoras / Interceptores		RIDE, 2003		2,5383	R\$/m	187,02
Estação de Tratamento de Esgotos		RIDE, 2003		2,5383	Fórmula CAESB	50,965*hab + 201.928
Informações e Indicadores		2015	2020	2025	2030	2035
Aumento na população urbana atendida por esgoto	habitantes	3.855	9.743	10.404	10.891	11.506
Aumento na extensão de rede de esgoto	m	0,00	24.438,87	28.101,85	31.627,24	35.708,65
Aumento na quantidade de ligações de esgoto	ligações	2.042	5.741	7.613	9.802	12.521
Implantação de Ligações Prediais	R\$	R\$ 631.973,68	R\$ 1.776.661,97	R\$ 2.355.953,74	R\$ 3.033.443,79	R\$ 3.874.863,90
Redes Coletoras / Interceptores	R\$	R\$ 0,00	R\$ 4.570.530,19	R\$ 5.255.575,93	R\$ 5.914.890,08	R\$ 6.678.190,48
Estação de Tratamento de Esgotos	R\$	R\$ 398.379,50	R\$ 698.483,81	R\$ 732.169,26	R\$ 756.998,21	R\$ 788.354,11
TOTAL INVESTIMENTO EM ESGOTO	R\$	R\$ 1.030.353,18	R\$ 7.045.675,96	R\$ 8.343.698,93	R\$ 9.705.332,07	R\$ 11.341.408,49

2.2.2.4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS

O diagnóstico da RIDE/DF de 2003 gerou os resultados gerais mais baixos dentre todos métodos e técnicas utilizados no presente estudo. O resultado de água para Alexânia ficou próximo à média, porém, em Santo Antônio do Descoberto, esse número foi o mais alto de todos. No entanto, é nas estimativas de esgoto que o diagnóstico da RIDE/DF mais se afasta dos demais resultados. No município de Alexânia, o resultado encontrado é o mais baixo de todos, sendo praticamente metade da média geral, feito que se repete em Santo Antônio.

Considera-se que essas discrepâncias nos investimentos para esgotamento sejam decorrentes do fato de fossas sépticas serem separadas nessa abordagem, o que minimizou outros custos (como rede, por exemplo).

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS – ÁGUA E ESGOTO

Quanto aos investimentos relativos ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário, considera-se que o uso de alguns métodos e técnicas fica restrito aos tipos de informações que se tem disponíveis. Por exemplo, o uso da metodologia do PMSS e a dos Indicadores de Custo de Referência, mais gerais e amplas, é mais recomendado para uma situação como a que foi apresentada, em que não havia um detalhamento específico dos diferentes componentes dos sistemas. Dessa maneira, os números gerais encontrados por essas duas abordagens foram os maiores.

No outro lado da moeda, as metodologias do diagnóstico de Furnas e da RIDE (que apresentaram os menores resultados totais) eram situações mais específicas, para uma situação bem controlada e bem estudada. Essas abordagens consideravam entradas pontuais informações para poços e fossas, como partes integrantes do sistema. Como a estimativa da demanda, abordada no item 2.1, não trabalhou com esses elementos especificamente, os resultados encontrados foram, de certa maneira, prejudicados.

Tabela 55: Resultados finais - Água e Esgoto

Estudo		Alexânia			Santo Antônio do Descoberto		
		Água	Esgoto	Total	Água	Esgoto	Total
PMSS	Milhões de R\$	9,68	21,67	31,35	30,23	81,80	112,03
ICR		6,73	25,12	31,85	23,88	73,95	97,84
FURNAS		4,99	19,63	24,62	18,28	70,05	88,33
RIDE 03		6,20	10,64	16,84	30,29	37,47	67,76
MÉDIA		6,90	19,27	26,17	25,67	65,82	91,49
Habitantes atendidos		5.871	13.457	19.328	22.073	46.399	68.472
R\$/hab		1.175,33	1.431,74	1.353,86	1.162,98	1.418,49	1.336,12

Fonte: Autor próprio

3 RESÍDUOS SÓLIDOS

3.1 INTRODUÇÃO

Em 2010, o Decreto 7404 estabeleceu as normas para a elaboração da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS estabelece os princípios, objetivos, metas, diretrizes e ações que o Governo Federal, Estados, Municípios e a iniciativa privada devem seguir visando à gestão integrada dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

3.1.1 PRINCÍPIOS E OBJETIVOS

Dentre os diversos princípios preconizados pelo Plano, destacam-se (BRASIL, 2010):

- a) O poluidor-pagador e o protetor-recebedor;
- b) Visão sistêmica: integração das frentes ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde;
- c) Desenvolvimento sustentável;
- d) Responsabilidade compartilhada;
- e) O resíduo sólido reciclável/reutilizável como um bem econômico, gerador de trabalho, renda e promotor de cidadania;

A legislação ambiental usualmente se utiliza de sanções negativas para reprimir e/ou evitar o mau uso dos recursos naturais, como estabelecido no conceito de “poluidor-pagador”. Na prática, entretanto, vê-se que apenas a coibição de ações potencialmente danosas ao ambiente não é de todo eficiente. A compensação por serviços e ações pró-ambiente, por sua vez, mostra-se um poderoso aliado, pois a preocupação ambiental se torna não uma regra a ser seguida, mas um incentivo a ser conquistado (Fell & Tremeá, 2015).

Com o conceito de “protetor-recebedor” em mente, o Art. 44 indica que os governos federal, estadual e municipal podem conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios a entidades dedicadas à reutilização e reciclagem dos RS; a cooperativas ou associações de catadores formadas por pessoas físicas de baixa renda; e a empresas de limpeza urbana e atividades relacionadas (BRASIL, 2010).

Outro conceito importante abordado pela lei é o de “responsabilidade compartilhada”, que delega a todos participantes do ciclo de vida do produto uma parte da responsabilidade da sua gestão (BRASIL, 2010). A implantação de sistemas de coleta seletiva e logística reversa reflete esse princípio.

Finalmente, destaca-se a importância da visão dos resíduos sólidos reutilizáveis/recicláveis como bens econômicos. Com isso, a exploração comercial desse setor é possível, não só tornando processos de reciclagem ou reutilização atrativos, mas gerando novos

empregos e, conseqüentemente, renda como é o caso de associações/cooperativas de catadores envolvidos em processos de logística reversa.

O Art. 7º dispõe os quinze objetivos da PNRS. Dentre eles, destacam-se:

- a) Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- b) Não-geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição adequada dos resíduos sólidos (nessa ordem de prioridade, de acordo com o Art. 9º);
- c) Incentivo à indústria da reciclagem;
- d) Gestão integrada de resíduos sólidos;
- e) Articulação entre as diferentes esferas do poder público e setor empresarial;
- f) A integração dos catadores de materiais reutilizáveis/recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

A má gestão dos resíduos sólidos, especialmente em relação à sua disposição final, tem relação direta em outros domínios da sociedade. Os lixões causam, além das externalidades negativas diretas, como sujeira e mau cheiro, conseqüências negativas para o meio ambiente e para saúde pública. A proliferação de vetores e a transmissão de doenças são facilitadas; a percolação de chorume pelo solo pode contaminar águas subterrâneas e/ou cursos d'água.

A dinâmica de geração e disposição dos resíduos, portanto, não possui apenas uma faceta sanitarista/ambiental, mas sim várias. A gestão integrada dos resíduos (aliada da visão sistêmica), portanto, mostra-se muito importante e prioritária para manter o equilíbrio dos diversos mecanismos que o compõem.

O Art. 14º define os planos de resíduos sólidos nos diversos níveis de governo. São eles: o Plano Nacional de Resíduos Sólidos; os planos estaduais; planos microrregionais; planos intermunicipais; planos municipais, e planos de gerenciamento de resíduos sólidos. Essa divisão reflete diretamente nos objetivos de cada plano, como será visto a seguir.

3.1.2 PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Art. 15 define o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Esse deve ser atualizado a cada quatro anos, possuindo um horizonte de 20 anos em sua análise. Dentre suas principais atribuições, destaca-se a necessidade da proposição de cenários e metas para redução, reutilização e reciclagem de resíduos. Além disso, há metas para a eliminação e recuperação de lixões vinculada à inclusão social e à emancipação econômica de catadores. As metas propostas devem estar acompanhadas de programas, projetos e ações para seu cumprimento, visando ao incentivo à gestão regionalizada dos resíduos sólidos.

Ademais, no Plano Nacional, devem constar normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e resíduos e meios para controle e fiscalização da sua implementação e

operacionalização. Ressalta-se que esse Plano deve ser feito mediante mobilização e participação social, por meio de audiências e consultas públicas.

3.1.3 PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O conteúdo do PERS é muito semelhante ao do PNRS. Ambos apresentam diagnósticos, cenários e metas, bem como os meios para atingi-las. O PERS, porém, precisa, como exposto no Art. 17 VII, IX, X, incentivar a gestão consorciada ou compartilhada de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas ou microrregiões (BRASIL, 2010).

A apresentação de Planos Estaduais de Resíduos Sólidos é condição para os Estados acessarem os recursos da União para investimentos na gestão de resíduos sólidos. O acesso a esses está diretamente ligado à instituição de microrregiões. Isso se mostra uma ferramenta importante que incentiva a um planejamento regional organizado e não pontual, de município a município.

3.1.4 PLANO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os Planos Municipais de Resíduos Sólidos (PMRS) são condição para se obter acesso aos recursos da União ou entidades federais de crédito destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos.

Novamente, a lei explicita a prioridade de soluções consorciadas intermunicipais para acesso aos recursos, com a elaboração de um plano intermunicipal. Além disso, a coleta seletiva com participação de pessoas físicas de baixa renda, constituintes de associações ou cooperativas de catadores também possui prioridade na obtenção de recursos.

O presente trabalho pode constituir a base para elaboração dos Planos Municipais de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto. Através do estabelecimento de metas futuras, projeções de indicadores, estimativa de custos necessários e atendimento aos requisitos da lei, este trabalho poderá servir como uma base inicial para estudos aprofundados posteriores.

O conteúdo desse plano deve compreender diversas avaliações quantitativas e qualitativas dos resíduos sólidos e dados sobre sua geração, coleta, disposição, controle, delegação de responsabilidades, metas, entre outros. Constata-se de que é um documento complexo, que deve ser redigido com base em estudos técnicos, mas sem fugir da participação social necessária.

A seguir, pretende-se analisar a localização de possíveis aterros sanitários para ambos os municípios, bem como uma opção de aterro conjunto que atenda aos dois municípios, que são contíguos, como descrito nos incisos II e III do Art. 19. Em seguida, procede-se à quantificação dos resíduos sólidos, a partir de metas e projeções, de acordo com o inciso XIV. Depois faz-se

o dimensionamento dos aterros propostos para os municípios estudados, bem como estimativas de custos para suas implantações. Por fim, apresentam-se comentários finais e medidas visando à melhora dessas análises.

3.2 ESTUDO PRELIMINAR DA SELEÇÃO DE ÁREA PARA ATERRO DE RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS

A localização de um aterro sanitário, além de se constituir em um fator logístico importante, que impacta diretamente na sua operação, no custeio e na gestão, está fortemente ligada a restrições ambientais, físicas e sanitárias. A NBR 13896 faz considerações a respeito de critérios de implantação, projeto e operação dessas áreas.

Conforme a norma, o aterro deve estar em um local onde o impacto ambiental causado seja mínimo, onde a população concorde com sua instalação, onde esteja de acordo com o zoneamento regional e onde possa manter suas operações por um longo espaço de tempo.

Entretanto, é importante ressaltar que, devido à falta de informações mais detalhadas da região e pelo caráter estimativo e ilustrativo da proposta de aterro sanitário, nem todas as restrições foram levadas em consideração nesta monografia de projeto final. Na eventualidade da necessidade de construção dessas obras, todas as considerações da NBR 13896 devem ser estudadas. Dentre as características que não foram contempladas neste estudo, encontram-se:

- a) Análise geológica e pedológica: A NBR13896 recomenda áreas com depósitos extensos de material homogêneo com coeficiente de permeabilidade inferior à 5×10^{-5} cm/s; e uma zona não-saturada com espessura superior à 3,0m.
- b) Estudo da fauna e flora: o impacto ambiental em espécies locais deve ser estudado e minimizado.
- c) Elaboração de um cronograma físico financeiro: esta análise preliminar não necessita nem possui informações necessárias para sua elaboração, visto que não há projetos propostos.

Com o auxílio da ferramenta de geoprocessamento ArcGIS, visualizaram-se áreas que, de acordo com a norma, não poderiam receber ali um aterro sanitário de resíduos não-perigosos. As diversas restrições foram devidamente espacializadas e, ao final da análise, obteve-se um mapa de zonas restritivas à instalação dessa estrutura de saneamento, mostrado a seguir.

3.2.1 RESTRIÇÃO QUANTO AOS RECURSOS HÍDRICOS

A NBR 13896 prevê um afastamento mínimo de 200 m de cursos d'água. Adota-se uma medida mais conservadora de 500m de afastamento, como exibido na figura a seguir. Para a localização dos cursos d'água dentro das áreas municipais, utilizou-se da base cartográfica contínua fornecida pelo IBGE na escala de 1:250.000. Para o nível de análise considerado, essa

escala é suficiente, mas atenta-se para a importância de um levantamento mais preciso de corpos e cursos d'água na região.

Essa medida se mostra importantíssima, uma vez que evita (desde que o projeto do aterro sanitário englobe medidas de drenagem de chorume e percolado e seu devido destino a estações de tratamento de esgoto) a contaminação dos recursos hídricos regionais.

Áreas próximas à cursos d'água estão ilustradas Figura 25.

Figura 25: Restrição de proximidade de rios e corpos hídricos para a locação de aterros sanitários



3.2.2 RESTRIÇÃO QUANTO A PROXIMIDADE DE RODOVIAS

Esse item não é explicitado na norma, porém se mostra prudente a realização dessa análise, uma vez que a excessiva proximidade a rodovias pode impactar o seu uso, causando impactos visuais e de mau cheiro. Ressalta-se, entretanto, que a viabilização de um aterro sanitário está atrelada aos custos de transporte de resíduos até ao aterro. Então, locais muito longe de acessos rodoviários também estão fora de questão.

Para a confecção do mapa de restrições para essa categoria, utilizou-se de arquivos com as rodovias georreferenciadas fornecidos pelo DNIT. O resultado é mostrado a seguir, na Figura 26, onde, em laranja, é possível observar as rodovias, e, em vermelho, o limite dos municípios.

Figura 26: Restrição quanto a proximidade de rodovias



3.2.3 RESTRIÇÃO QUANTO A PROXIMIDADE DO PERÍMETRO URBANO

Alexânia e Santo Antônio do Descoberto atualmente sofrem com problemas relacionados a vazadouros a céu aberto (lixões) muito próximos ou dentro da área urbana. São problemas observados: a propagação de vetores de doenças como ratos, moscas e mosquitos; o mau cheiro; e lixo nas ruas, atrapalhando o escoamento das águas pluviais e prejudicando a imagem das cidades.

A NBR 13896 preconiza um afastamento mínimo de 500 m de perímetros urbanos. Adotou-se, entretanto, uma distância de 1.000 m, mais conservadora e que poderia garantir que o aterro permanecesse afastado durante sua vida útil, mesmo contabilizando a expansão da mancha urbana para o horizonte estudado do ano de 2035. No caso específico de Alexânia,

ainda é preciso se atentar para o Distrito de Olhos D'água, sendo também uma área considerada urbana.

Os resultados foram obtidos por meio de dados referentes ao censo de 2010, fornecidos pelo IBGE e estão dispostos na Figura 27. Percebe-se, portanto, que há uma defasagem da mancha urbana considerada e isso deve ser levado em consideração se, por ventura, a escolha desse aterro seja viabilizada.

Figura 27: Restrição quanto a proximidade de centros urbanos.



3.2.4 RESTRIÇÃO QUANTO À DECLIVIDADE

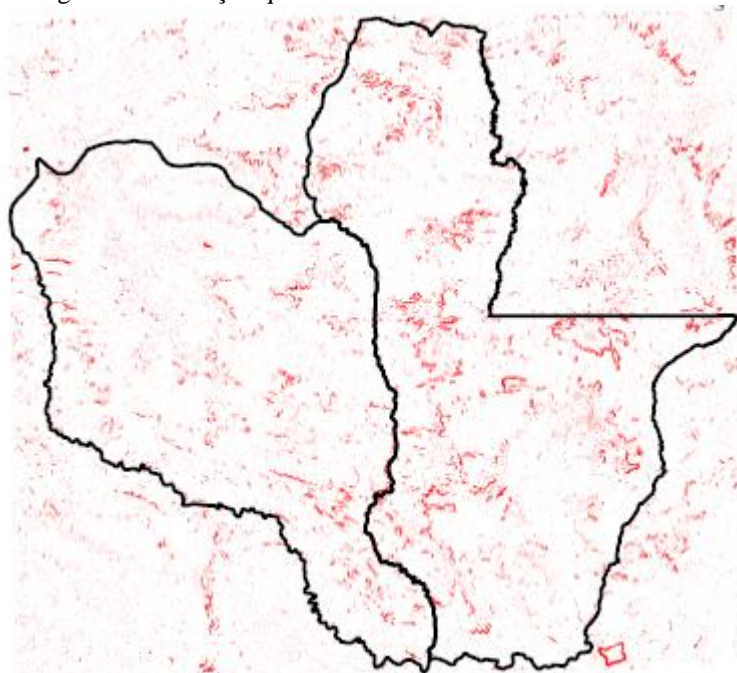
A escolha do método construtivo do aterro sanitário está atrelado as condições de relevo existentes no local. Enquanto lugares mais planos podem se aproveitar mais de aterros sanitários do tipo trincheira, locais com mais encostas podem se beneficiar do método da escavação progressiva. Em outros, onde a topografia é favorável, aterros superficiais podem ser mais interessantes.

Porém, independentemente do método construtivo adotado, a declividade está relacionada com a eficiência e operabilidade do aterro. Aterros sanitários precisam de cuidados

especiais com o afastamento das águas pluviais e a drenagem do chorume e percolado, portanto, declividades muito baixas ou muito altas não são adequadas. A NBR 13896 proíbe a construção de aterros em áreas com declividades abaixo de 1% e superiores a 30%.

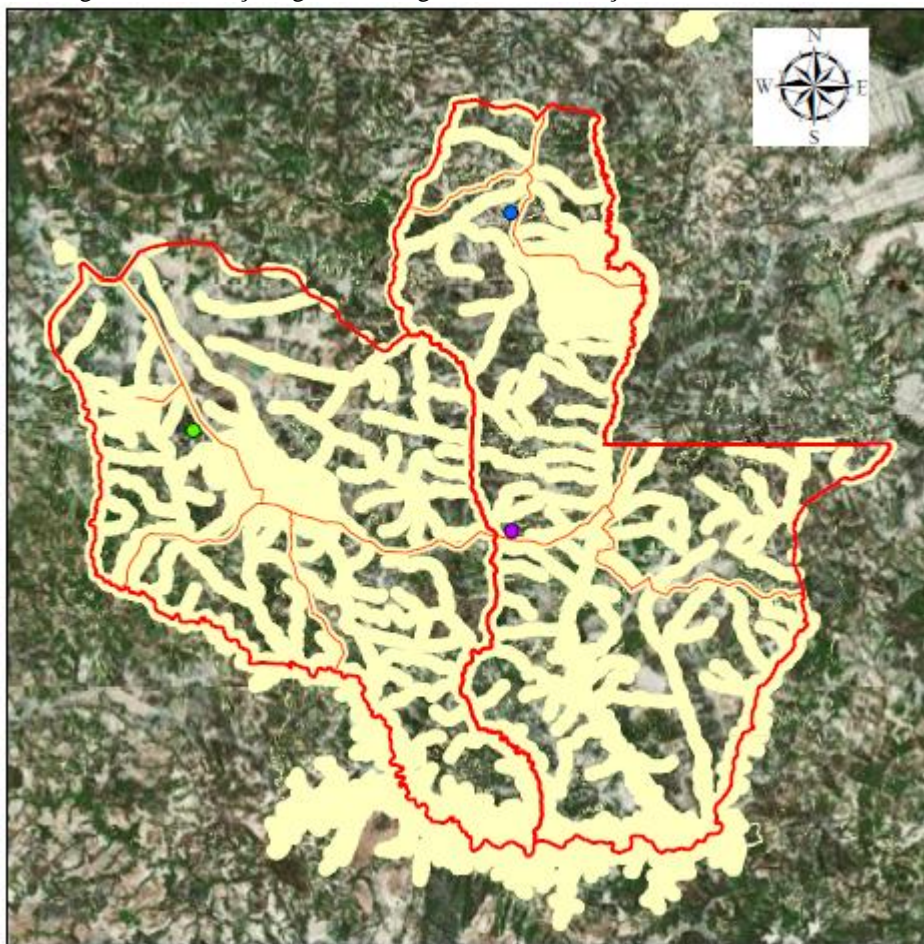
Para a construção do mapa de restrições de declividade, utilizou-se imagens SRTM fornecidas pela NASA. Esse tipo de imagem, além de possuir informações planas (duas dimensões), possui, em cada pixel, informações de altimetria (três dimensões). Com isso, é possível se construir um modelo digital de elevação e, por meio da ferramenta ArcGIS, calcular as declividades da área estudada. Os resultados finais dessa análise são mostrados na Figura 28.

Figura 28: Restrição quanto a declividades muito baixas ou altas.



Finalmente, é possível unir todas as restrições e se confeccionar um único mapa de restrições para locação de aterros sanitários nos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto. Propõe-se, assim, a localização de três aterros: dois aterros municipais, atendendo, cada um, seus respectivos municípios e um aterro conjunto, localizado na fronteira entre os dois municípios. A Figura 29 mostra a união das restrições e a sugestão de localização dos aterros. Procurou-se localizar essas estruturas próximas a rodovias, mas respeitando o afastamento mínimo estabelecido anteriormente.

Figura 29: Restrições globais e sugestão de localização dos aterros sanitários.



Para uma melhor visualização e pela praticidade, todos os mapas aqui mencionados, incluindo legendas e escalas, estão disponíveis em seu tamanho original no Anexo A.

Com a proposta de localização dos aterros, parte-se, agora, para uma análise quantitativa dos resíduos sólidos nos dois municípios estudados, incluindo a sugestão de metas e projeções até o ano de 2035.

3.3 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O grande desafio nos levantamentos quantitativos de geração e coleta de resíduos sólidos nos municípios estudados está na inconsistência ou falta de dados sistematizados. Nesse aspecto, o SNIS possui uma base de dados referente a resíduos sólidos, mas a confiabilidade dos dados deve ser avaliada, pois trata-se de dados declaratórios. Além disso, verifica-se que a maioria das aferições quantitativas, na realidade, são apenas estimativas, agregando um grau de incerteza, dificultando o planejamento e a definição de cenários futuros.

Levando isso em consideração, para a concepção da série histórica de resíduos sólidos dos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto foram utilizadas médias relativas ao Estado de Goiás, levantadas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e

Resíduos Especiais (ABRELPE) em seus Panoramas dos Resíduos Sólidos anuais realizados desde 2005. Portanto, os índices de geração e coleta de lixo foram considerados iguais para os dois municípios.

A projeção dos indicadores de resíduos sólidos foi balizada pelos objetivos do Plano Nacional de Resíduos Sólidos de reduzir a geração per capita de lixo de 1,1 kg/hab./dia para 0,6kg/hab./dia (Vital, Ingouville, & Pinto, 2014), reduzir a quantidade de resíduos recicláveis/reutilizáveis em aterros sanitários.

Para contabilizar as atividades de reúso e reciclagem de resíduos, definiu-se a taxa de recuperação (T_r) como sendo uma porcentagem dos resíduos coletados que são destinados para esses fins. A quantidade de resíduos per capita que efetivamente vai para o aterro é definida, portanto, pela Equação (1) a seguir.

$$I_{aterro} = I_{coletado} \cdot T_r \quad (1)$$

Similarmente, definiu-se a taxa de coleta como sendo a razão entre o índice de resíduos coletados e o índice de resíduos gerados, como ilustrado na fórmula a seguir.

$$T_{coleta} = \frac{I_{coleta}}{I_{gerado}} \cdot 100 \quad (2)$$

Partindo da proposta de instalação de um aterro sanitário no município no ano de 2015 e considerando que o destino dos resíduos sólidos após triagem seja o aterro sanitário proposto, apresentam-se os índices dos anos 2005 a 2013 dos índices de geração, coleta, destinação para aterro e a taxa de recuperação na Tabela 56. É importante ressaltar, ainda, que não havia dados referentes à taxa de recuperação e essas foram consideradas nulas.

Tabela 56: Índices de geração, coleta, destinação para aterro sanitário e taxa de retorno.

Índice	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
I_{gerado} (kg/hab./dia)	0,94	0,96	0,98	1,04	1,161	1,245	1,25	1,251	1,11
$I_{coletado}$ (kg/hab./dia)	0,737	0,7685	0,8	0,776	0,892	0,892	1,048	1,05	0,955
Taxa de coleta (%)	0,78	0,80	0,82	0,75	0,77	0,72	0,84	0,84	0,86
Taxa de Recuperação (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I_{aterro} (kg/hab./dia)	0,74	0,77	0,80	0,78	0,89	0,89	1,05	1,05	0,96

A partir da série histórica apresentada, projetam-se os indicadores para o horizonte de estudo (2035), estabelecendo algumas metas a serem atingidas. Propõe-se que, em 2035, a taxa de coleta seja de 99% e a taxa de recuperação 20%, a última aumentando linearmente durante o período considerado. A partir disso, produz-se a Tabela 57.

Tabela 57: Projeção de indicadores e metas a serem atingidas

Índice	2015	2020	2025	2030	2035
I_{gerado} (kg/hab./dia)	1,114	0,9855	0,857	0,7285	0,6
$I_{coletado}$ (kg/hab./dia)	0,962	0,87	0,778	0,686	0,594
Taxa de coleta (%)	86,36	88,28	90,78	94,17	99,00
Taxa de Recuperação (%)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
I_{aterro} (kg/hab./dia)	0,962	0,8265	0,7002	0,5831	0,4752

Fonte: Autor próprio

Com base nos dados projetados e com a projeção populacional já apresentada no item “2.1.1 – Projeção populacional”, é possível estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados, coletados e enviados para o aterro sanitário. Considerando a parcela urbana da população, a massa de resíduos sólidos que é disposta no aterro diariamente (kg/dia) é obtida multiplicando-se o índice de resíduos que vão para o aterro pelo número de habitantes, descrito pela Equação (3).

$$M_{RSdiária} = Pop_{urbana_i} \cdot I_{aterro_i} \quad (3)$$

Onde i = 2015, 2016,..., 2035.

Durante um ano, o aterro terá recebido uma quantidade equivalente a:

$$M_{RS_i} = M_{RSdiária} \cdot 365 \text{ dias} \quad (4)$$

Onde i = 2015, 2016,..., 2035.

Ao final de sua vida útil, a massa total de resíduos no aterro será a soma das massas dos anos anteriores, que são os produtos da Tabela 58, da Tabela 59 e da Tabela 60.

$$M_{RSvidaútil} = \sum_{i=2015}^{2035} M_{RS_i} \quad (5)$$

Tabela 58: Quantidade de resíduos sólidos enviados à aterro sanitário diariamente e anualmente - aterro municipal de Alexânia

Aterro municipal - Alexânia				
Ano	População urbana (hab)	Iaterro (kg/hab./dia)	Massa de resíduos diária (t)	Massa de Resíduos anual (t)
2015	21.859	0,962	21,03	7.675
2020	23.327	0,840	19,60	7.155
2025	24.643	0,719	17,71	6.463
2030	25.805	0,597	15,40	5.622
2035	26.914	0,475	12,79	4.668

Tabela 59: Quantidade de resíduos sólidos enviados à aterro sanitário diariamente e anualmente - aterro municipal de Santo Antônio do Descoberto

Aterro municipal - Santo Antônio do Descoberto				
Ano	População urbana (hab.)	Iaterro (kg/hab./dia)	Massa de resíduos diária (t)	Massa de Resíduos anual (t)
2015	62.958	0,962	60,57	22.106
2020	66.479	0,827	54,94	20.055
2025	69.717	0,700	48,82	17.818
2030	72.589	0,583	42,33	15.449
2035	75.370	0,475	35,82	13.073

Tabela 60: Quantidade de resíduos sólidos enviados à aterro sanitário diariamente e anualmente - aterro conjunto de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto

Aterro conjunto - Alexânia e Santo Antônio do Descoberto				
Ano	População urbana (hab)	Iaterro (kg/hab./dia)	Massa de resíduos diária (t)	Massa de Resíduos anual (t)
2015	84.817	0,962	81,59	29.782
2020	89.806	0,840	75,47	27.545
2025	94.361	0,719	67,80	24.749
2030	98.393	0,597	58,73	21.436
2035	102.284	0,475	48,61	17.741

Agora, com os quantitativos de resíduos estimados de acordo com as devidas metas e projeções, procede-se ao dimensionamento dos aterros sanitários.

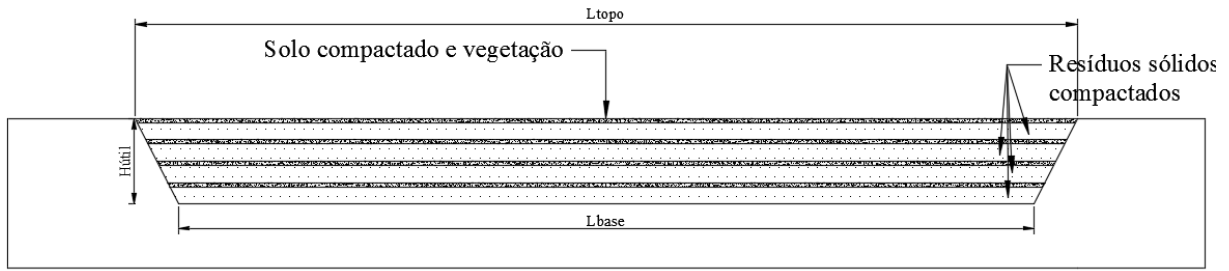
3.3.1 DIMENSIONAMENTO DE ATERROS

Para o dimensionamento dos aterros sanitários, considerou-se que o aterro seria um aterro de trincheira, com uma altura útil de cinco metros e comprimento de base de duzentos metros. Os taludes componentes da trincheira possuem uma proporção entre altura e comprimento de um para um. Além disso, para seu dimensionamento, admitiu-se que o volume de argila utilizado para o correto aterramento dos resíduos compactados equivale a vinte por cento do volume lixo aterrado. Os aterros dimensionados possuem uma vida útil de 20 anos.

Pela falta de dados gravimétricos sobre os resíduos sólidos gerados nos municípios, considerou-se um volume específico médio para os resíduos já compactados de 0,7t/m³. A adoção dessa densidade é válida, porém atenta-se para, no caso da efetivação da implantação do aterro sanitário, o levantamento gravimétrico preciso e, conseqüentemente, da densidade correta dos resíduos compactados.

$$\gamma_{RS_{compactado}} = 0,7t/m^3 \quad (6)$$

Figura 30: Croqui de aterro sanitário de trincheira



A Figura 30 acima mostra um croqui de um aterro sanitário de trincheira. A partir das dimensões iniciais de projeto, é possível se calcular as demais dimensões do aterro. A largura de topo do aterro é dada pela fórmula:

$$L_{topo} = L_{base} + H_{útil} \quad (7)$$

A área transversal, por sua vez, é calculada como:

$$A_{tr} = \frac{L_{topo} + L_{base}}{2} \cdot H_{útil} \quad (8)$$

Para se determinar as outras dimensões do aterro sanitário, é necessário se calcular o volume ocupado pelos resíduos, facilmente obtido através da massa total e sua densidade.

$$V_{compactado} = \frac{M_{RS_{vidaútil}}}{\gamma_{RS_{compactado}}} \quad (9)$$

O volume total do aterro é dado como a soma do volume de lixo compactado somado ao volume de argila necessário para o aterramento dos resíduos.

$$V_{total} = V_{RS_{compactado}} + V_{argila}, \text{ onde:} \quad (10)$$

$$V_{argila} = 20\% \cdot V_{RS_{compactado}} \quad (11)$$

A partir dos resultados anteriores, calcula-se o comprimento da trincheira pela Equação (12).

$$L = \frac{V_{total}}{A_{tr}} \quad (12)$$

Visando a praticidade, arredonda-se o valor resultante para o múltiplo de cinco mais próximo. Nomeia-se o valor arredondado de $L_{adotado}$.

A partir do comprimento e largura de topo, calcula-se a área superficial do aterro.

$$A_{su} = L_{topo} \cdot L_{adotado} \quad (13)$$

Esse roteiro de cálculo foi aplicado para as três opções: um aterro municipal em Alexânia; um aterro municipal em Santo Antônio do Descoberto; e um aterro conjunto para os dois municípios. A seguir são apresentadas tabelas-resumo (Tabela 61, Tabela 62 e Tabela 63) com as características geométricas dos aterros propostos.

Tabela 61: Características geométricas do aterro municipal proposto para Alexânia

Aterro municipal – Célula única - Alexânia			
Variável	Nome	Unidade	Valor
Altura útil	Hutil	m	20
Largura base	Lbase	m	231
Largura topo	Ltopo	m	251
Área Transversal	Atr	m2	4.820
Comprimento	L	m	44,72
	Ladotado	m	45
Área Superficial	Asu	m2	11.295
		hectares	1,13

Tabela 62: Características geométricas do aterro municipal proposto para Santo Antônio do Descoberto

Aterro municipal – Célula única - Santo Antônio do Descoberto			
Variável	Nome	Unidade	Valor
Altura útil	Hutil	m	20
Largura base	Lbase	m	231
Largura topo	Ltopo	m	251
Área Transversal	Atr	m2	4.820
Comprimento	L	m	126,31
	Ladotado	m	130
Área Superficial	Asu	m2	32.630
		hectares	3,26

Tabela 63: Características geométricas do aterro conjunto para Alexânia e Santo Antônio do Descoberto

Aterro conjunto – Célula única – Alexânia e Santo Antônio do Descoberto			
Variável	Nome	Unidade	Valor
Altura útil	Hutil	m	20
Largura base	Lbase	m	231
Largura topo	Ltopo	m	251
Área Transversal	Atr	m2	4.820
Comprimento	L	m	171,45
	Ladotado	m	175
Área Superficial	Asu	m2	43.925
		hectares	4,39

3.3.2 DIVISÃO DO ATERRO EM CÉLULAS

Outra opção considerada foi a divisão do aterro em cinco células independentes que cobririam, cada uma, uma parcela da vida útil projetada (20 anos). Para tal, consideraram-se as mesmas dimensões iniciais do aterro único (cinco metros de altura útil e duzentos metros de comprimento de base). À vista disso, considerando a mesma configuração de aterro, o roteiro de cálculo apresentado para os aterros sanitários de célula única também é válido neste caso,

atentando-se para a divisão do volume total pelo total de células previstas, descrito pela Equação (14).

$$V_{célula} = \frac{V_{total}}{5} \quad (14)$$

As tabelas a seguir resumem as dimensões das células para os três casos estudados.

Tabela 64: Características geométricas de uma célula do aterro municipal proposto para Alexânia

Aterro municipal – Divisão em células – Alexânia			
Variável	Nome	Unidade	Valor
Número de células	n	und.	5
Volume de lixo por célula	Vi	m3	35.924,45
20% de argila	Varg	m3	7.184,89
Volume total por célula	Vtot	m3	43.109,35
Altura útil	Hutil	m	20
Largura base	Lbase	m	231
Largura topo	Ltopo	m	251
Área Transversal	Atr	m2	4.820
Comprimento	L	m	8,94
	adotado	m	10
Área Superficial	Asu	m2	2.510
		hectares	0,251

Tabela 65: Características geométricas de uma célula do aterro municipal proposto para Santo Antônio do Descoberto

Aterro Municipal – Divisão em células – Santo Antônio do Descoberto			
Variável	Nome	Unidade	Valor
Número de células	n	und.	5
Volume de lixo por célula	Vi	m3	101.472,42
20% de argila	Varg	m3	20.294,48
Volume total por célula	Vtot	m3	121.766,90
Altura útil	Hutil	m	20
Largura base	Lbase	m	231
Largura topo	Ltopo	m	251
Área Transversal	Atr	m2	4.820
Comprimento	L	m	25,26
	Ladotado	m	30
Área Superficial	Asu	m2	7.530
		hectares	0,753

Tabela 66: Características geométricas de uma célula do aterro conjunto proposto para Alexânia e Santo Antônio do Descoberto

Aterro Conjunto – Divisão em células – Alexânia e Santo Antônio do Descoberto			
Variável	Nome	Unidade	Valor
Número de células	n	und.	5
Volume de lixo por célula	Vi	m ³	137.730,52
20% de argila	Varg	m ³	27.546,10
Volume total por célula	Vtot	m ³	165.276,63
Altura útil	Hutil	m	20
Largura base	Lbase	m	231
Largura topo	Ltopo	m	251
Área Transversal	Atr	m ²	4.820
Comprimento	L	m	34,29
	adotado	m	35
Área Superficial	Asu	m ²	8.785
		hectares	0,8785

3.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS – ATERROS SANITÁRIOS

Uma vez calculadas as quantidades totais de resíduos sólidos destinadas aos aterros sanitários dos municípios, dá-se prosseguimento à análise das demandas futuras para o correto manejo dos resíduos sólidos, calculando-se os investimentos necessários para a pré-implantação, implantação, operação, encerramento e pós-encerramento dos aterros. Para isso, utilizaram-se de três abordagens distintas.

A primeira, mais completa e abrangente, foi desenvolvida pela Fundação Getúlio Vargas em conjunto com a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE) e complementada pelo BNDES. A segunda, por sua vez, trata-se de um método mais prático, porém menos abrangente em termos de custos, para se verificarem os custos básicos de transporte, de aterramento e, quando cabível, de transbordo de aterros sanitários, proposto por Montenegro e Timóteo (2013). Finalmente, a terceira, e mais expedita, consiste em uma curva de custos de implantação de aterros sanitários em função da população apresentada pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, do Ministério das Cidades.

Os procedimentos e considerações envolvidos em cada uma das abordagens são discutidos e apresentados a seguir.

3.4.1 BNDES

Com o objetivo de estimar a quantia necessária para atender a meta do PNRS de extinção de lixões no Brasil, o BNDES, com base em um estudo realizado previamente pela FGV e ABETRE, estimou os custos de aterros sanitários de diversos portes de acordo com sua carga

diária de resíduos. As categorias estabelecidas são: grande (2.000t/dia); médio I (1.000t/dia); médio II (500t/dia); e pequeno (100t/dia).

O estudo inicial, por sua vez, tinha como meta o cálculo de preços médios de equilíbrio para aterros grandes (2.000t/dia), médios (800t/dia) e pequenos (100t/dia). Os preços são levantados a fim de garantir a rentabilidade e a viabilidade dos aterros sanitários, considerando todas as normatizações acerca da disposição de resíduos sólidos, impostos, taxa interna de retorno e tempo de recuperação do investimento (FGV, 2008).

Para tal, foi necessário o orçamento das três categorias de aterros sanitários. As planilhas orçamentárias e a discriminação dos custos envolvidos nas diversas etapas da vida útil do aterro sanitário consideraram uma configuração geométrica semelhante a dimensionada para os municípios estudados: quatro camadas de cinco metros de profundidade, incluindo uma fina camada de 10 a 15 cm de material inerte para cobertura dessas, totalizando vinte metros de altura com uma largura da base inferior de 231 metros. O estudo realizado pelo BNDES construiu uma curva de economia de escala e, a partir dela, extraíram-se os valores das duas novas categorias estabelecidas pela instituição: Médio II e I.

Sendo assim, os custos estimados dos aterros sanitários propostos para os municípios, bem como o aterro conjunto, podem ser considerados da mesma forma. Com base nos resultados obtidos pelo BNDES, plotaram-se os custos das diversas etapas de um aterro em função de sua capacidade de receber lixo (em toneladas). Com isso, foi possível extrapolar, através de regressões polinomiais de grau 2, os custos dos aterros tanto para a solução de célula única quanto para a adoção de múltiplas células.

O primeiro passo para a criação das curvas de custo foi a definição da capacidade máxima de cada aterro, dependendo do seu porte. Para tanto, não basta a informação da taxa de resíduos destinados aos aterros (t/dia), é necessário vincular essa taxa a um tempo de operação do aterro ou célula. Essa análise se faz necessária, pois consideraram-se diversos cenários para os municípios estudados (casos de célula única e múltiplas células). No caso, as taxas são iguais, mas os tempos de duração das soluções são diferentes, produzindo, essencialmente e necessariamente, custos diferentes. A capacidade máxima de um aterro ou célula é definida como sua carga diária multiplicada por sua vida útil em dias, como mostrado na equação.

$$C_{total} = c_{diária} \cdot VU_{dias} \quad (15)$$

Onde $VU_{dias} = VU_{anos} \cdot 365 \quad (16)$

A tabela mostra as estimativas apresentadas pelo BNDES, bem como a capacidade máxima de cada porte de aterro. Daí, prosseguiu-se com a abordagem e construíram-se as

curvas de custo a partir desses dados, exibidas na Figura 31 e na Figura 32. Finalmente, por meio das capacidades dos aterros/células propostas, foi possível se calcularem os custos discriminados em pré-implantação, implantação, operação, encerramento e pós-encerramento, dispostos na Tabela 67.

É importante se atentar para a atualização dos dados do estudo, datados de 2007. Para isso, utilizou-se, como feito anteriormente, um índice INCC acumulado de 2007 até novembro de 2015 com o valor de 1,7649. Feito isso, os valores estão devidamente atualizados e refletem, com certa objetividade, os custos em valor presente.

Outra consideração importante acerca dos custos apresentados é a de que esses são referentes a uma única célula, ou seja, considerando um aterro sanitário com vida útil de 20 anos e 5 células, a duração de cada célula vale, *grossa modo*, 4 anos (Vital, Ingouville, & Pinto, 2014). Portanto, os custos finais devem ser multiplicados por cinco para englobarem todo empreendimento.

Para fins ilustrativos e de análise, ao final do cálculo dos custos, calcularam-se os custos de implantação por tonelada e por habitante, bem como os custos totais por habitante, dispostos na Tabela 68, na Tabela 69, na Tabela 70 e na Tabela 71. Essa forma de exibição dos custos possibilita uma visão de investimentos necessário mais pragmática e de fácil compreensão em comparação aos valores absolutos também mostrados.

Tabela 67: Custos discriminados por etapa de aterros sanitários de diversos portes.

	Grande	Médio I	Médio II	Pequeno
Carga diária (t/dia)	2000	1000	500	100
Massa de lixo por célula (t)	2920000	1460000	730000	146000
Pré-Implantação	4.065.461,00	2.032.730,00	1.355.153,00	608.087,00
Implantação	18.169.781,00	9.084.890,00	6.056.593,00	2.669.178,00
Operação	461.494.052,00	230.747.026,00	153.831.350,00	45.468.163,00
Encerramento	6.488.889,00	3.244.444,00	2.162.963,00	486.667,00
Pós Encerramento	35.575.984,00	17.787.992,00	11.858.661,00	3.212.354,00
Total (x5 células)	525.794.167,00	262.897.082,00	175.264.720,00	52.444.449,00
Total nov./15	927.965.156,34	463.982.575,52	309.321.714,66	92.558.313,44

Figura 31: Curvas de custos de pré-implantação, implantação, encerramento e pós encerramento em função da capacidade dos aterros sanitários.

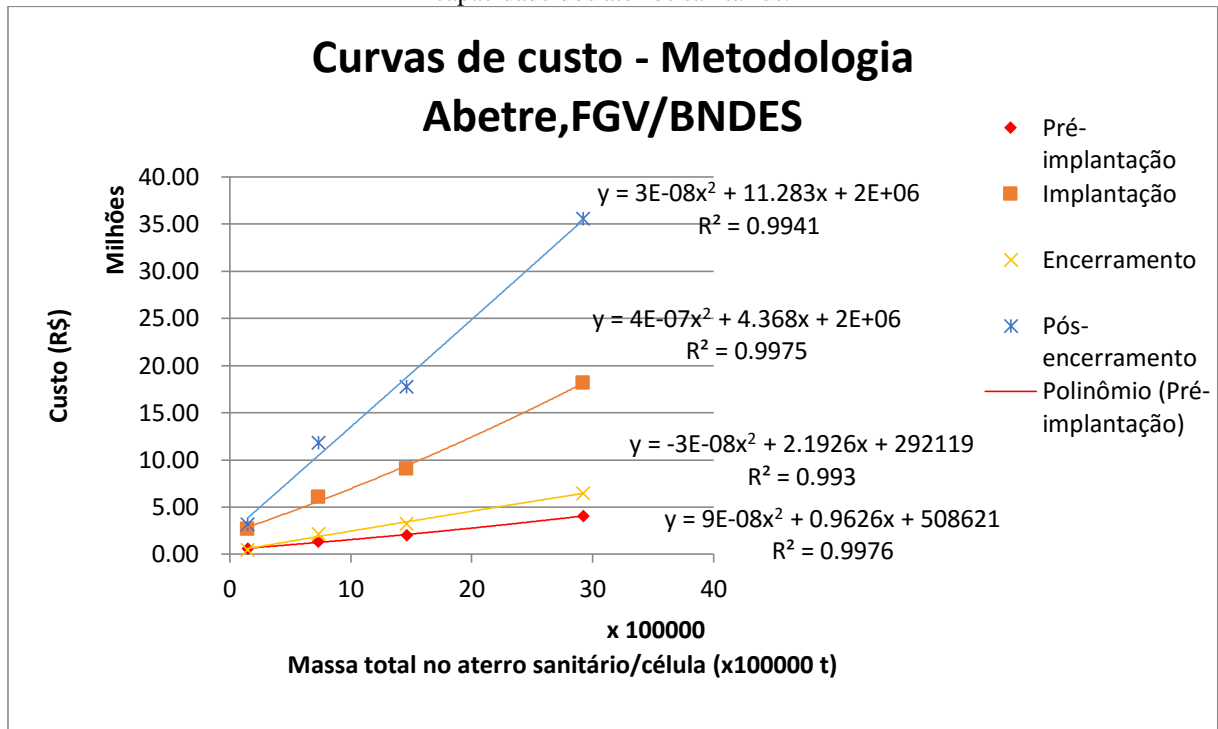


Figura 32: Curva de custo de operação em função da capacidade dos aterros sanitários.

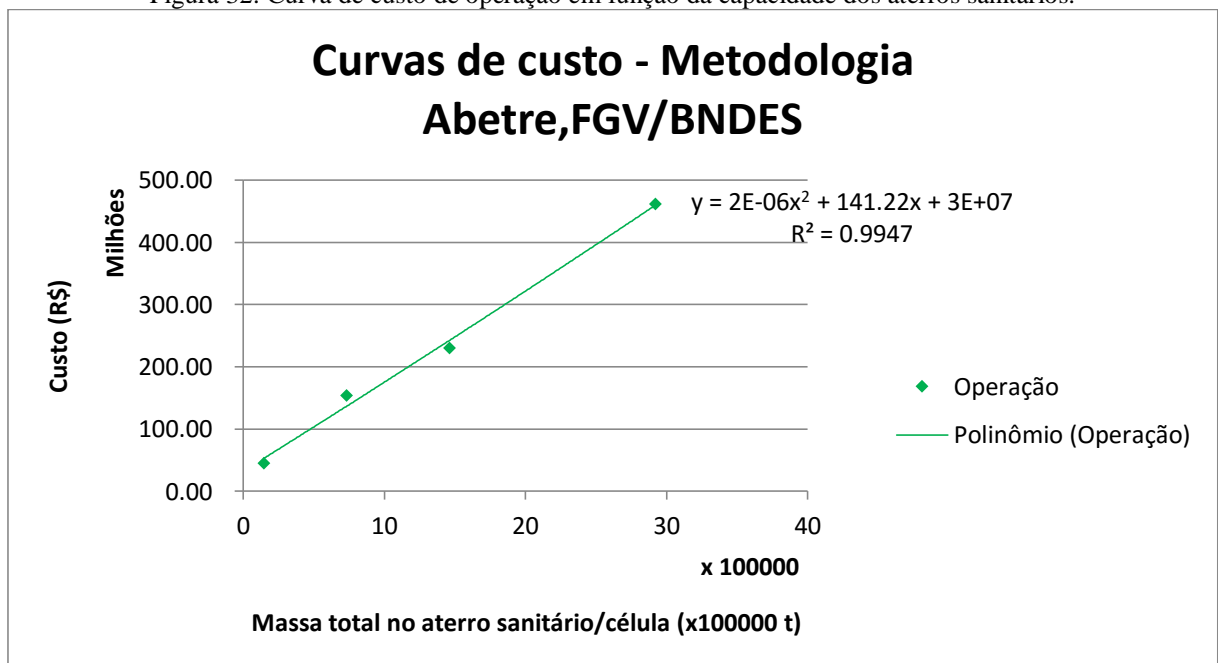


Tabela 68: Custos de implantação para os aterros sanitários de célula única propostos.

	Aterro Alexânia (célula única)	Aterro Santo Antônio do Descoberto (célula única)	Aterro Conjunto (célula única)
Carga diária (t/dia)	17,22	48,65	66,04
Massa de lixo por célula	25147,11797	71030,69275	96411,36501
Pré-Implantação	R\$ 532.884,53	R\$ 577.449,23	R\$ 602.263,14
Implantação	R\$ 2.110.095,56	R\$ 2.312.280,21	R\$ 2.424.842,90
Operação	R\$ 33.552.540,75	R\$ 40.041.045,15	R\$ 43.633.803,27
Encerramento	R\$ 347.237,60	R\$ 447.709,54	R\$ 503.231,70
Pós Encerramento	R\$ 2.283.753,90	R\$ 2.801.590,67	R\$ 3.088.088,29
Total (x5 células)	R\$ 194.132.561,75	R\$ 230.900.373,94	R\$ 251.261.146,53
Total nov./15	R\$ 342.621.246,72	R\$ 407.512.131,27	R\$ 443.446.511,50
Custo de implantação por tonelada	R\$ 185,49	R\$ 71,80	R\$ 55,41
Custo de implantação por habitante	R\$ 866,57	R\$ 338,33	R\$ 261,16
Custo total por hab.	R\$ 12.730,32	R\$ 5.406,83	R\$ 4.335,46

Tabela 69: Custos discriminados por célula para o aterro sanitário de Alexânia.

Aterro Alex (5 células)					
Célula	1	2	3	4	5
Carga diária (t/dia)	20,42	19,36	17,94	16,17	13,84
Massa de lixo por célula	29806,34115	28259,09251	26196,27246	23601,85171	20207,55124
Pré-Implantação	R\$ 537.392,54	R\$ 535.895,07	R\$ 533.899,29	R\$ 531.390,28	R\$ 528.109,54
Implantação	R\$ 2.130.549,47	R\$ 2.123.755,15	R\$ 2.114.699,82	R\$ 2.103.315,71	R\$ 2.088.429,92
Operação	R\$ 34.211.028,33	R\$ 33.992.346,20	R\$ 33.700.810,09	R\$ 33.334.167,59	R\$ 32.854.527,08
Encerramento	R\$ 357.445,73	R\$ 354.055,93	R\$ 349.536,36	R\$ 343.851,71	R\$ 336.413,83
Pós-Encerramento	R\$ 2.336.331,60	R\$ 2.318.871,30	R\$ 2.295.593,13	R\$ 2.266.316,40	R\$ 2.228.014,05
Total	R\$ 39.572.747,67	R\$ 39.324.923,65	R\$ 38.994.538,68	R\$ 38.579.041,69	R\$ 38.035.494,42
Total nov./15	R\$ 69.841.267,33	R\$ 69.403.886,94	R\$ 68.820.796,16	R\$ 68.087.492,60	R\$ 67.128.195,28
Custo de implantação por tonelada	R\$ 187,24	R\$ 186,66	R\$ 185,88	R\$ 184,91	R\$ 183,63
Custo de implantação por habitante	R\$ 204,42	R\$ 196,78	R\$ 187,91	R\$ 180,20	R\$ 171,58
Custo total por hab.	R\$ 2.993,95	R\$ 2.909,53	R\$ 2.766,61	R\$ 2.638,58	R\$ 2.494,19

Tabela 70: Custos discriminados por célula para o aterro sanitário de Santo Antônio do Descoberto.

Aterro Santo Antônio do Descoberto (5 células)					
Célula	1	2	3	4	5
Carga diária (t/dia)	58,54	54,91	50,56	45,39	38,86
Massa de lixo por célula	85472,69395	80164,59038	73811,90776	66262,84049	56731,22706
Pré-Implantação	R\$ 591.554,52	R\$ 586.365,81	R\$ 580.162,68	R\$ 572.800,78	R\$ 563.520,14
Implantação	R\$ 2.376.266,96	R\$ 2.352.729,48	R\$ 2.324.589,69	R\$ 2.291.192,39	R\$ 2.249.089,37
Operação	R\$ 42.085.065,00	R\$ 41.333.696,18	R\$ 40.434.614,01	R\$ 39.366.419,86	R\$ 38.018.020,75
Encerramento	R\$ 479.307,26	R\$ 467.695,09	R\$ 453.795,54	R\$ 437.275,18	R\$ 416.411,34
Pós-Encerramento	R\$ 2.964.607,57	R\$ 2.904.689,86	R\$ 2.832.983,20	R\$ 2.747.775,35	R\$ 2.640.194,99
Total	R\$ 48.496.801,31	R\$ 47.645.176,41	R\$ 46.626.145,13	R\$ 45.415.463,57	R\$ 43.887.236,58
Total nov./15	R\$ 85.591.177,38	R\$ 84.088.159,12	R\$ 82.289.688,18	R\$ 80.152.976,95	R\$ 77.455.835,22
Custo de implantação por tonelada	R\$ 73,74	R\$ 73,03	R\$ 72,17	R\$ 71,16	R\$ 69,88
Custo de implantação por habitante	R\$ 79,63	R\$ 76,54	R\$ 72,93	R\$ 69,63	R\$ 65,86
Custo total por hab.	R\$ 1.301,27	R\$ 1.240,70	R\$ 1.170,70	R\$ 1.104,20	R\$ 1.027,67

Tabela 71: Custos discriminados por célula para o aterro conjunto de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto.

Aterro conjunto Alexânia e Santo Antônio do Descoberto (5 células)					
Célula	1	2	3	4	5
Carga diária (t/dia)	78,95	74,51	68,83	61,79	52,71
Massa de lixo por célula	115269,7941	108788,1678	100489,81	90220,29959	76959,10823
Pré-Implantação	R\$ 620.775,55	R\$ 614.405,63	R\$ 606.261,33	R\$ 596.199,63	R\$ 583.234,88
Implantação	R\$ 2.508.813,31	R\$ 2.479.920,66	R\$ 2.442.978,77	R\$ 2.397.338,15	R\$ 2.338.526,47
Operação	R\$ 46.304.974,57	R\$ 45.386.734,79	R\$ 44.211.367,37	R\$ 42.757.190,11	R\$ 40.880.010,67
Encerramento	R\$ 544.460,94	R\$ 530.292,89	R\$ 512.150,01	R\$ 489.691,84	R\$ 460.681,86
Pós-Encerramento	R\$ 3.300.987,70	R\$ 3.227.811,94	R\$ 3.134.129,47	R\$ 3.018.199,83	R\$ 2.868.507,30
Total	R\$ 53.280.012,06	R\$ 52.239.165,92	R\$ 50.906.886,95	R\$ 49.258.619,57	R\$ 47.130.961,18
Total nov./15	R\$ 94.032.984,44	R\$ 92.196.012,84	R\$ 89.844.696,41	R\$ 86.935.697,42	R\$ 83.180.629,43
Custo de implantação por tonelada	R\$ 57,29	R\$ 56,64	R\$ 55,82	R\$ 54,80	R\$ 53,49
Custo de implantação por habitante	R\$ 62,19	R\$ 59,60	R\$ 56,55	R\$ 53,70	R\$ 50,41
Custo total por hab.	R\$ 1.058,82	R\$ 1.006,19	R\$ 944,08	R\$ 883,55	R\$ 813,23

Os resultados obtidos mostram que aterros menores, como é o caso de Alexânia, mesmo se adotando a opção multicelular, são mais caros. Isso era esperado, pois não se pode ignorar os ganhos de escala obtidos com o aumento da capacidade do aterro.

Curiosamente, a alternativa multicelular dos aterros fornece um custo total acima de suas contrapartidas unicelulares. Deve se levar em conta, no entanto, que a construção dessas células seria realizada ao longo do horizonte estudado e há de se considerar uma taxa interna de retorno que amenizará e, muito provavelmente, se tornará uma opção mais atrativa financeiramente em comparação à empreitada única (célula única). A análise financeira de fluxos de caixa de aterros sanitários, bem como sua viabilidade ao longo prazo e outros estudos econômicos não faz parte do escopo desse relatório e, portanto, não foram compreendidas nos cálculos, mas faz-se nota da importância dessa análise a posteriori.

Nota-se também, visualizando os resultados obtidos, que as células ficam significativamente mais baratas ao decorrer do tempo, claramente um reflexo da meta estabelecida de redução de geração de resíduos para 0,6 kg/hab./dia em 2035. Isso mostra o grande impacto – e a grande responsabilidade – da correta educação ambiental, incentivo ao reuso, reciclagem e logística reversa, pilares do PNRS.

Adota-se nesse estudo a mesma premissa usada na avaliação do BNDES de que os serviços de aterramento prestados durante a vida útil da primeira célula dos aterros geram receita suficiente para cobrir os custos de operação e implantação de novas células (Vital, Ingouville, & Pinto, 2014). Ou seja, os investimentos iniciais necessários são viáveis economicamente.

Em resumo, a metodologia proposta pelo BNDES para a avaliação de investimentos necessários se mostra muito completa, uma vez que parte de orçamentos detalhados para todas as etapas da vida útil de um aterro, inclusive considerando as etapas de encerramento e pós-encerramento, onde não há geração de receita.

3.4.2 OTIMIZAÇÃO DE CARGAS EM ATERROS SANITÁRIOS REGIONAIS

Soluções regionais que envolvam diversos municípios dos mais variados portes, características e infraestrutura não são de fácil análise. Os diversos cenários possíveis tornam a tomada de decisão um processo moroso e a proposta de aterros regionais para atender a RIDE DF e Entorno integralmente se enquadra nessa descrição. O trabalho proposto por Montenegro e Timóteo (2013) cria uma ferramenta de análise das possibilidades de arranjos de disposição e custos envolvidos.

Utilizando programação linear, os pesquisadores criaram uma função cujo objetivo é minimizar os custos de transporte, aterramento e transbordo (quando cabível). As entradas do modelo são as cargas diárias de rejeito, distância de transporte rodoviário, as capacidades máximas e mínimas diárias dos aterros, custos de transporte, de transbordo e de aterramento e a distância máxima de descarga direta (Montenegro & Timóteo, 2013).

O estudo utiliza valores per capita de geração de lixo baseado em médias nacionais, semelhante ao que foi feito no presente relatório. Além disso, os custos de transbordo, transporte e aterramento são considerados variáveis, uma vez que não foram levantados junto a empresas que prestam os respectivos serviços. Porém, adotando-se valores médios e próximos aos praticados no mercado, não há perdas do ponto de vista analítico (Montenegro & Timóteo, 2013).

Baseando-se nas considerações feitas por Montenegro e Timóteo (2013), criou-se uma tabela com diversas opções de disposição dos resíduos sólidos de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto, incluindo opções não antes consideradas: a disposição dos resíduos em um aterro sanitário localizada no distrito de Planalmira, pertencente ao Município de Abadiânia e a disposição no aterro regional de Samambaia, proposto pelo SLU. Como orientado pelo PNRS, a busca por soluções regionais é sempre bem-vinda e priorizada, portanto a verificação dessas opções se mostra importante.

Não foi possível o levantamento dos preços de transbordamento, transporte e aterramento praticados nas regiões estudadas, porém, assim como os autores do estudo original, adotaram-se valores na mesma ordem de grandeza e não muito distantes da média praticada no mercado. A Tabela 72 dispõe os custos adotados para as próximas ponderações. Considera-se ainda que os aterros regionais de Planalmira e Samambaia são consideravelmente maiores do que os anteriormente propostos para Alexânia e Santo Antônio do Descoberto e, por isso, há ganhos de escala na sua operação e isso reflete, finalmente, nos custos de aterramento daquele local.

Tabela 72: Custos de transbordo, transporte e aterramento adotados.

Variável	Descrição	Unidade	Valor (R\$)
Ctb	Custo de transbordo	R\$/t	8,00
Ctp	Custo de transporte	R\$/km.t	0,60
Cat	Custo de aterramento - Aterro municipal	R\$/t	50,00
	Custo de aterramento - Aterro conjunto		45,00
	Custo de aterramento - Aterro regional Planalmira		40,00
	Custo de aterramento - Aterro regional Samambaia		35,00

A partir disso e das distâncias médias entre as localidades e a disposição final, cria-se a Tabela 73 com as diversas combinações possíveis de disposição de lixo. As distâncias médias foram levantadas a partir da ferramenta Google Maps, com base em localizações próximas e na proposta de localização dos aterros abordada anteriormente.

Tabela 73: Alternativas de origem e destino dos resíduos, bem como distâncias médias e distância limite para descarga direta de aterros e municípios

Alternativa	Origem	Destino	Distância média até o aterro (km)	Distância Limite para descarga direta em aterro sanitário (km)	Há necessidade de uma estação de transbordo?
1	Alexânia	Aterro Sanitário Alexânia	10	25	NÃO
	Santo Antônio do Descoberto	Aterro Santo Antônio do Desc.	12	25	NÃO
2	Alexânia	Aterro conjunto Alexânia e Santo Antônio do Descoberto	20	25	NÃO
	Santo Antônio do Descoberto		50	25	SIM
3	Alexânia	Aterro sanitário Planalmira	57,2	25	SIM
	Santo Antônio do Descoberto		118	25	SIM
4	Alexânia	Aterro sanitário Samambaia	66,2	25	SIM
	Santo Antônio do Descoberto		24,3	25	NÃO
5	Alexânia	Aterro sanitário Planalmira	57,2	25	SIM
	Santo Antônio do Descoberto	Aterro sanitário Samambaia	24,3	25	NÃO

Percebe-se que custos de transbordo só serão computados apenas se essa atividade for necessária, ou seja, se a distância média do centro de geração ao centro de disposição for maior que a distância limite para descarga direta. Dito isso, tem-se a Tabela 74, que mostra um resumo dos custos calculados com base as informações da Tabela 72 e da Tabela 73.

A correção pelo índice INCC se mostra mais uma vez necessária. Considerando os preços hipotéticos adotados na data de publicação do estudo original, o índice de correção terá um valor acumulado de dezembro de 2013 a novembro de 2015 de **1,1410**.

Claramente, as melhores opções são aquelas que possuem os menores custos para cada município. Considerando estritamente custos, para Alexânia a melhor opção de disposição de

seus resíduos é um aterro municipal localizado no próprio município, com um preço por tonelada de lixo disposto de R\$63,90. Já para Santo Antônio do Descoberto, a descarga de seus resíduos no aterro regional proposto em Samambaia é a opção mais barata, com um custo por tonelada de R\$ 56,57.

Verifica-se que, por mais que a opção do aterro de Planalmira seja importante do ponto de vista sistêmico e regional, as distâncias e, portanto, os custos de transporte são, visto todas as considerações, proibitivas especialmente para Santo Antônio do Descoberto.

Verificou-se que o método é uma ferramenta rápida que pode auxiliar na tomada de decisões iniciais referentes a disposição regional de resíduos. Em contraste com o método anterior, entretanto, o modelo se mostra muito simplificado para análises financeiras mais avançadas. Além disso, o modelo proposto apenas evidencia custos relacionados à operação do aterro, não tangenciando outras etapas de sua vida útil.

Em complemento, observa-se que os resultados do método estão diretamente atrelados aos custos unitários de transbordo, transporte e aterramento. Um levantamento preciso de custos, de local em local, se mostra extremamente importante, pois pode significar a viabilização de uma opção de descarga ou não. Atenta-se também para a possibilidade de negociação entre gestores municipais e operadores dos aterros para um possível barateamento de custos.

Tabela 74: Resumo de custos parciais e totais para as alternativas de disposição de resíduos sólidos.

Alternativa	Total de Resíduos sólidos 20 anos (t)	Carga diária (t/dia)	Ctb (R\$)	Ctp(R\$)	Cat (R\$)	Custo total (R\$)	Custo total Nov./15 (R\$)	Custo por dia (R\$/dia)	Custo por tonelada (R\$/t)
1	125.735,59	17,22	0,00	754.413,54	6.286.779,49	7.041.193,03	8.034.097,76	1.100,56	63,90
	355.153,46	48,65	0,00	2.557.104,94	17.757.673,19	20.314.778,13	23.179.440,30	3.175,27	65,27
2	125.735,59	17,22	0,00	1.508.827,08	5.658.101,54	7.166.928,62	8.177.563,79	1.120,21	65,04
	355.153,46	48,65	2.841.227,71	10.654.603,91	15.981.905,87	29.477.737,49	33.634.502,53	4.607,47	94,70
3	125.735,59	17,22	1.005.884,72	4.315.245,44	5.029.423,59	10.350.553,76	11.810.123,71	1.617,83	93,93
	355.153,46	48,65	2.841.227,71	25.144.865,23	14.206.138,55	42.192.231,49	48.141.914,46	6.594,78	135,55
4	125.735,59	17,22	1.005.884,72	4.994.217,63	4.400.745,64	10.400.847,99	11.867.510,12	1.625,69	94,38
	355.153,46	48,65	0,00	5.178.137,50	12.430.371,23	17.608.508,73	20.091.549,82	2.752,27	56,57
5	125.735,59	17,22	1.005.884,72	4.315.245,44	5.029.423,59	10.350.553,76	11.810.123,71	1.617,83	93,93
	355.153,46	48,65	0,00	5.178.137,50	12.430.371,23	17.608.508,73	20.091.549,82	2.752,27	56,57

3.4.3 MINISTÉRIOS DAS CIDADES

O último método para a estimativa de custos de implantação de aterros sanitários é o mais expedito. Trata-se de uma curva de custos construída por meio de macro composições de custos de implantação a partir das dimensões de aterros virtuais que atendem faixas de população (Ministério das Cidades, 2010).

A curva considera os custos de implantação, bem como os de pré-operação (alocou-se um ano de duração para essa etapa), infraestrutura básica, parque de máquinas e equipamentos e, finalmente, um custo final médio de operação de R\$40,00 por tonelada (Ministério das Cidades, 2010).

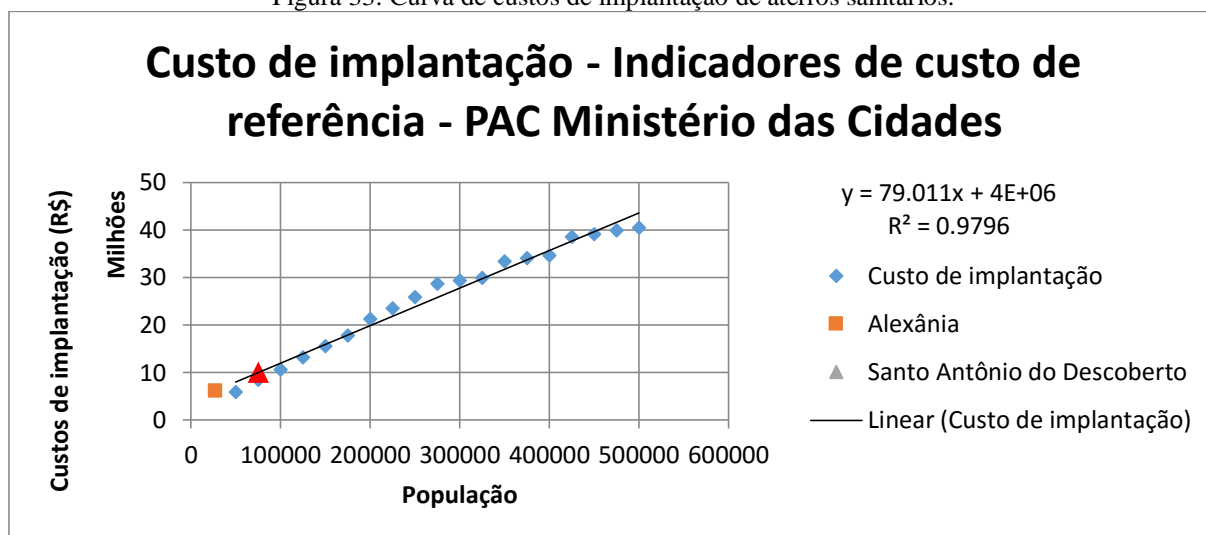
Os custos para os municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto são obtidos a partir de suas populações em 2035, uma vez que a curva considera a construção de aterro em maciço único, ou seja, célula única. A curva, mostrada na Figura 33, foi construída através dos dados da Tabela 75.

Tabela 75: Dados usados para construção da curva de custos de implantação de aterros sanitários

População Beneficiada (hab)	Custo de Implantação (em milhões de reais)
50.000	5,9
75.000	8,4
100.000	10,6
125.000	13,2
150.000	15,5
175.000	17,8
200.000	21,2
225.000	23,5
250.000	25,8
275.000	28,6
300.000	29,3
325.000	29,9
350.000	33,3
375.000	34,0
400.000	34,6
425.000	38,5
450.000	39,1
475.000	39,8
500.000	40,4

Fonte: Ministério das Cidades, 2010

Figura 33: Curva de custos de implantação de aterros sanitários.



Fonte: Ministério das Cidades, 2010

Mais uma vez, fez-se necessária a correção dos valores obtidos, uma vez que esses são datados de 2010. Por conseguinte, corrigem-se os valores encontrados por meio do índice INCC acumulado de 2010 até novembro de 2015 de valor 1,7649. O resultado dessa correção mostra valores atualizados de custos de implantação dos aterros.

A Tabela 76, a seguir, relaciona a população de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto com os custos obtidos da curva e com os corrigidos, bem como os custos por tonelada e por habitante.

Tabela 76: Custos de implantação de aterros sanitários para Alexânia e Santo Antônio do Descoberto, e também do aterro conjunto.

Município	População 2035	Custo de Implantação (em milhões de reais)	Custo corrigido Nov./2015 (em milhões de reais)	Custo por tonelada de lixo (R\$/t)	Custo por habitante (R\$/hab.)
Alexânia	26.914	6,13	8,70	69,18	323,20
Santo Antônio do Descoberto	75.370	9,96	14,13	39,80	187,53
Alexânia + Santo Antônio do Descoberto	102.284	12,08	17,15	35,58	167,71

Fonte: Autor próprio

A evolução dos custos evidenciada na curva reflete significativos ganhos de escala, como pode ser visto na diminuição dos custos por tonelada a medida que a população atendida aumenta. Nota-se que esse método também não leva em conta os custos de operação, encerramento e pós-encerramento. Em contrapartida, a curva de custos não possui o objetivo de realizar um orçamento detalhado nem uma análise financeira completa da viabilidade do empreendimento, mas há de se atentar para opções que, à primeira vista, parecem ser mais

baratas, mas que na realidade podem ser inviabilizadas devido à distância, a custos praticados no local, dentre outros fatores.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS – RESÍDUOS SÓLIDOS

As três abordagens se mostraram válidas para avaliar os custos, especialmente os de implantação, de aterros sanitários para aterros de diversos tamanhos. A metodologia proposta pelo BNDES, entretanto, mostrou-se a mais completa e foi a única a contemplar os custos de encerramento e pós-encerramento de aterros sanitários, algo comumente esquecido na hora de se avaliarem os investimentos necessários.

Por mais que as opções de aterros próprios para cada município pareçam atrativas, vale a pena ressaltar que Alexânia e Santo Antônio do Descoberto fazem parte, juntamente com mais 17 municípios goianos e o Distrito Federal, do Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos e Águas Pluviais (CORSAP). Como já visto, o PNRS prevê prioridade de acesso aos recursos da União para soluções consorciadas e, além disso, a união e a mobilização dos municípios participantes promovem grandes economias de escala, redução de custos, aumento da qualidade e diminuição de impactos ambientais. O CORSAP, por sua vez, é uma instituição recente e há de se acompanhar sua evolução, especialmente durante o horizonte previsto de 20 anos.

Em conclusão, por mais que as ferramentas utilizadas sejam adequadas para tomadas de decisão e para o rápido descarte de certas alternativas, há uma grande dificuldade para se definir uma alternativa definitiva para a disposição dos resíduos sólidos dos municípios estudados, pois a qualidade do planejamento está diretamente ligada à base de informações disponível. A inconsistência de dados, a falta de um levantamento gravimétrico preciso e o acompanhamento de indicadores são obstáculos que devem ser atacados e discutidos nos planos municipais de resíduos sólidos, bem como os planos de gestão de resíduos sólidos e planos municipais de saneamento.

Em acréscimo, não se pode esquecer que o manejo dos resíduos sólidos não pode ser desvinculado das outras vertentes do saneamento básico. A disposição dos lixos nas ruas pode contribuir para alagamentos nas cidades, por exemplo. Um outro exemplo é o carreamento de lixo para estações de tratamento de esgoto, afetando a eficiência do tratamento. A má operação do aterro pode causar o contágio de águas subterrâneas de corpos hídricos próximos pelo chorume e percolado. Vê-se que uma visão integral do saneamento no âmbito municipal e regional é de extrema importância e traz soluções de maior qualidade. Diretrizes visando a essa integração devem estar necessariamente presentes nos planos.

Sugere-se a adoção de certas medidas que irão, se implementadas, aumentar significativamente a qualidade e o detalhamento dos planejamentos para o manejo de resíduos sólidos, tanto a curto quanto a longo prazo:

- a) A participação de associações ou cooperativas de catadores nos aterros.
- b) A implementação efetiva de coleta seletiva;
- c) Campanhas educativas mostrando a importância da não-geração, redução, reúso e reciclagem, bem como medidas de incentivo financeiro a essas práticas, em alinhamento com o conceito de “protetor-recebedor”;
- d) Um acompanhamento detalhado da composição física e química do lixo, bem como sua evolução com o passar dos anos.
- e) A verdadeira pesagem dos resíduos sólidos nas entradas dos aterros e não levantamentos baseados em “número de caminhões” ou “experiência”.
- f) Avaliar a instalação de estações de compostagem do lixo orgânico;

4 DRENAGEM URBANA

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sistema de manejo de águas pluviais, nos municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto, não difere dos apresentados pelos outros municípios integrantes do entorno do DF. A acelerada urbanização desses municípios, atrelada a uma falta de planejamento urbano, fez que deficiências aparecessem e fossem ignoradas até se tornarem um problema maior. Tais deficiências começaram com uma concepção errada de utilização de sistemas pontuais (não sustentáveis, pois desconsidera aspectos econômicos e ambientais) e hoje se estendem a problemas de operação, falta de pessoal qualificado e deficiência de manutenção.

A macrodrenagem – principalmente problemas com erosões – é considerada o principal problema de vários dos municípios do entorno do DF (GEOPLANO, 2014). Alexânia, por exemplo, foi construída sobre um platô, fato esse que favorece alagamentos, além de ser a principal justificativa para o aparecimento de pelo menos 13 grandes erosões na sede do município nas bordas do platô.

Excetuando-se fatores físicos, os municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto sofrem de um problema de falta de vontade política para a construção de galerias de drenagem de águas pluviais. Alexânia, por exemplo, apresentou a situação de suas erosões, classificada como situação de emergência, ao Ministério de Integração Nacional, porém os projetos que foram elaborados não foram aprovados e agora encontram-se sem evolução.

Santo Antônio do Descoberto enfrenta uma situação mais característica de municípios com maior porte: famílias ocupam áreas de risco de erosão. Atualmente, o município tem sérios problemas com a desapropriação dessas áreas. O município também está canalizando o córrego Capoeirinha, que cruza a cidade, buscando diminuir os riscos de erosão associados.

Ambos os municípios passam por pequenas intervenções de redes em áreas localizadas, porém não há um mapeamento das estruturas existentes, o que dificulta a análise da situação. Ademais, o lançamento inadequado de lixo na rua causa o entupimento de bueiros e acelera a degradação das tubulações de concreto, devido à presença de gases e ácidos provenientes de decomposição desses resíduos.

De fato, na pesquisa realizada, em 2013, pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal – CODEPLAN – de amostragem domiciliar, duas das perguntas que os moradores deveriam responder eram sobre o acesso à infraestrutura urbana na rua em que moravam e sobre a existência de problemas nas cercanias. A Tabela 77 e a Tabela 78 trazem esses resultados, onde se pode constatar que, de fato, a existência de rede de drenagem é muito baixa, e a de

erosões, muito alta. O município de Alexânia figura como o município com a segunda maior concentração de domicílios urbanos com erosões nas cercanias, enquanto Santo Antônio do Descoberto figura na quarta posição.

Tabela 77: Domicílios urbanos ocupados, por infraestrutura urbana na rua onde mora – Alexânia e Santo Antônio do Descoberto

Municípios	Infraestrutura				
	Rua asfaltada	Calçada	Meio fio	Iluminação pública	Rede de água pluvial
Alexânia	5.633	4.158	5.394	6.012	197
Santo Antônio do Descoberto	14.141	10.599	13.560	16.826	1.245
Valores relativos					
Alexânia	80,40%	59,30%	77,00%	85,80%	2,80%
Santo Antônio do Descoberto	79,00%	59,20%	75,70%	94,00%	7,00%

Fonte: CODEPLAN, 2013

Tabela 78: Domicílios urbanos ocupados, por problemas nas cercanias – Alexânia e Santo Antônio do Descoberto

Municípios	Problemas				
	Erosão	Área em declive	Entulho	Esgoto a céu aberto	Área de transbordo
Alexânia	1.854	1.278	1.981	421	-
Santo Antônio do Descoberto	4.455	3.182	221	249	28
Valores relativos					
Alexânia	26,45%	18,24%	28,26%	6,01%	-
Santo Antônio do Descoberto	24,88%	17,77%	1,24%	1,39%	0,15%

Fonte: CODEPLAN, 2013

É importante ressaltar que a metodologia utilizada nessa pesquisa difere daquelas utilizadas pelo IBGE, portanto, o número de domicílios urbanos total pode não ser o mesmo que aquele apresentado por outras pesquisas.

4.2 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA

Considera-se de primeira importância a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) nos dois municípios. A partir desse plano, bem como com os Planos Diretores (recém-aprovado em Alexânia, e em compasso de espera em Santo Antônio do Descoberto), as novas diretrizes urbanas, que deverão ser respeitadas, tomarão forma de lei.

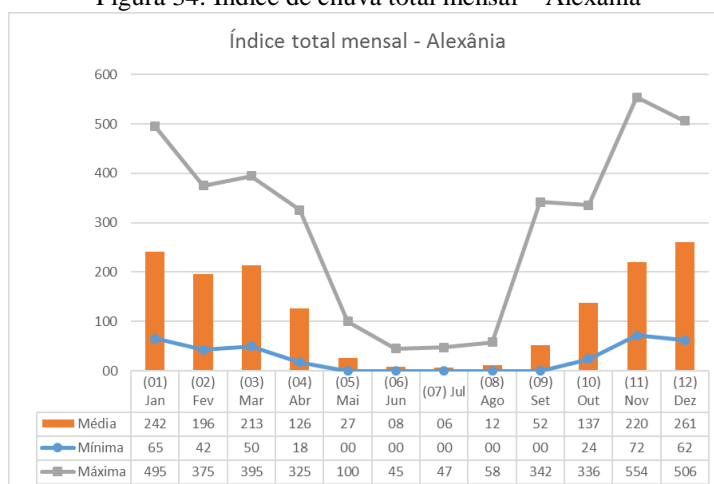
Ferramenta indispensável para a elaboração do PDDU de qualquer município, os estudos hidrológicos formam a base teórica para a caracterização de uma região de estudo. Dessa maneira, foram levantados dados de estações pluviométricas da base de dados da ANA (Agência Nacional de Águas - ANA, 2015), utilizados para a elaboração de índices de chuva

para os dois municípios. A estação utilizada para Alexânia fica localizada no próprio município, código 1648001, latitude -16.083787, longitude -48.508440. Para Santo Antônio, foi utilizada uma estação localizada próxima ao Recanto das Emas, código 1548014, latitude -15.933578, longitude -48.133817.

4.2.1 ÍNDICES DE CHUVA

Os dados utilizados para Alexânia foram coletados entre agosto de 1967 e tiveram sua última atualização em junho de 2015. A estação é da ANA, e é operada pela CPRM. Os dados utilizados para Santo Antônio do Descoberto foram coletados entre janeiro de 1971 e dezembro de 1990. A estação é da EMBRAPA e operada pela mesma. Quanto ao total anual de Alexânia, a média observada foi de 1.550,1 mm, com máxima de 2.105,4 e mínima de 1.000,9. Em Santo Antônio do Descoberto, a média registrada foi de 1.527,1 mm, com máxima de 1.861,7 e mínima de 977,1.

Figura 34: Índice de chuva total mensal – Alexânia



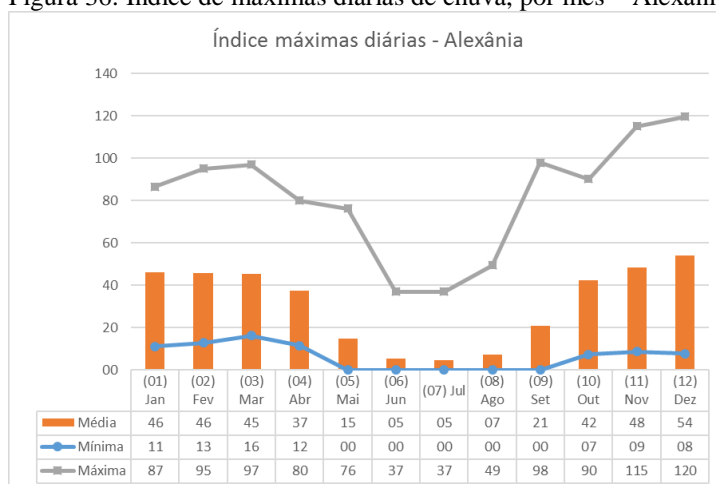
Fonte: Ana, 2015

Figura 35: Número de dias de chuva por mês – Alexânia



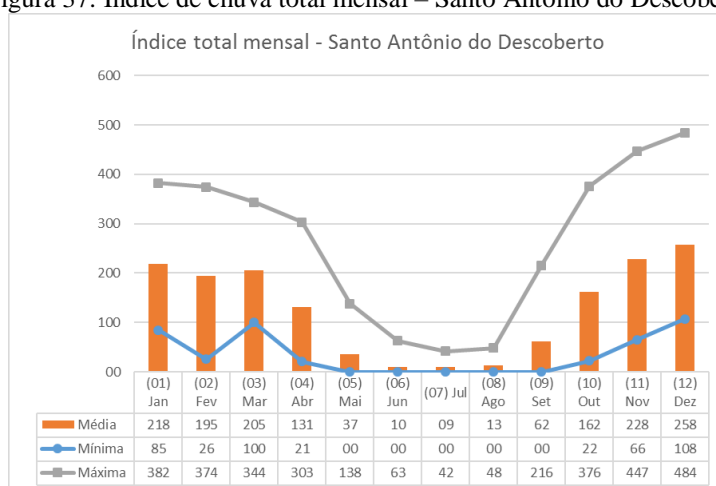
Fonte: Ana, 2015

Figura 36: Índice de máximas diárias de chuva, por mês – Alexânia



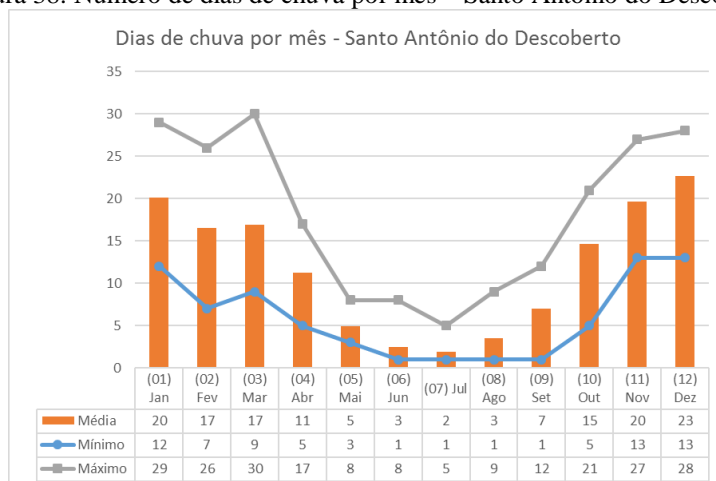
Fonte: Ana, 2015

Figura 37: Índice de chuva total mensal – Santo Antônio do Descoberto



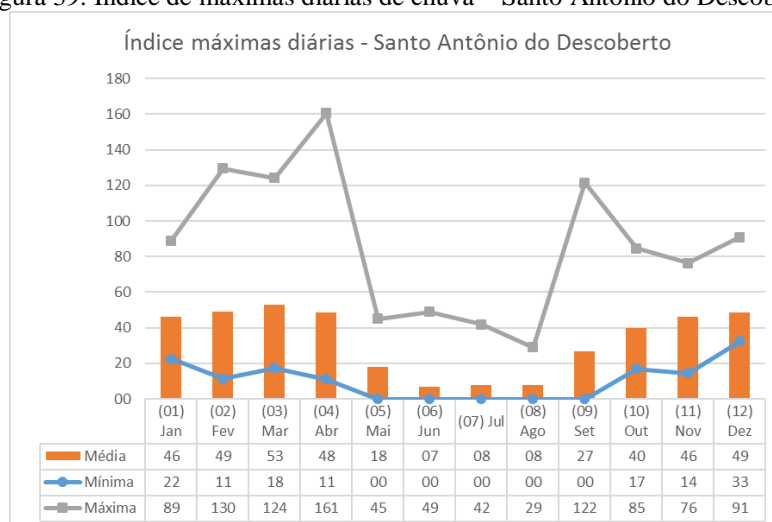
Fonte: Ana, 2015

Figura 38: Número de dias de chuva por mês – Santo Antônio do Descoberto



Fonte: Ana, 2015

Figura 39: Índice de máximas diárias de chuva – Santo Antônio do Descoberto



Fonte: Ana, 2015

4.2.2 EQUAÇÃO DE CHUVA

Presente no Projeto Final 1, as equações de chuva foram obtidas juntas ao Guia do Profissional em Treinamento, publicado pela Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (RECESA), e respeitam aos seguintes parâmetros:

$$\left\{ \begin{array}{l} i = \frac{B1 * (T^{\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}})^\delta}{(t + c)^b}, 1 \leq T \leq 8 \text{ anos} \\ i = \frac{B2 * T^\alpha}{(t + c)^b}, 8 \leq T \leq 100 \text{ anos} \end{array} \right. \quad \begin{array}{ll} \alpha = 0,14710 & b = 0,88559 \\ \beta = 0,22 & c = 17,799 \\ \gamma = 0,09 & B1 = 34,1644 \\ \delta = 0,62740 & B2 = 38,683 \end{array}$$

Os parâmetros α , β , γ e δ são regionais e fixos para todos os dados do estudo. Os demais parâmetros são locais e foram utilizados os dados pertinentes ao município de Alexânia, e, devido a sua proximidade, é possível estender esses parâmetros para o município de Santo Antônio do Descoberto. A intensidade i é obtida em mm/min, a duração t é entrada em min, podendo variar de 5 a 1440, e o período de retorno T deve ser em anos, de 1 a 100.

5 CONCLUSÕES E PRÓXIMOS PASSOS

Quanto aos investimentos em abastecimento de água e esgotamento sanitário, considera-se que o uso de algumas técnicas para estimativa fica restrito à disponibilidade de dados. O uso das metodologias mais amplas do PMSS e dos Indicadores de Custo de Referência, por exemplo, é mais recomendado para uma situação como a que foi apresentada, em que não havia um detalhamento específico de número de elementos dos sistemas de água e esgoto.

Por outro lado, as metodologias do diagnóstico de Furnas e da RIDE (que apresentaram os menores resultados totais) eram situações mais específicas, para uma situação bem controlada e bem estudada. Logo, essas consideravam entradas pontuais para elementos como poços e fossas como partes integrantes do sistema. Como a estimativa da demanda não trabalhou com esses elementos especificamente, os resultados encontrados foram, até certo ponto, prejudicados, uma vez que levavam sistematicamente a um aumento do custo. Portanto, para um próximo estudo, é necessário melhorar as estimativas de demanda para buscar se obter o número de poços e fossas nos sistemas, melhorando a precisão do resultado desses métodos.

Quanto à drenagem urbana, muitas são as sugestões para os próximos estudos. Na realidade, o apresentado aqui foi apenas o primeiro passo para um levantamento aprofundado de necessidades de investimento. Usualmente, essa vertente do saneamento não é abordada com o detalhamento necessário em estudos do gênero, devido à falta de dados e de condições gerais para sua elaboração. Dessa maneira, é necessário o amadurecimento das políticas públicas quando da geração de dados e indicadores gerais para essa área (como aqueles sugeridos na metodologia do Ministério das Cidades). Na prática, os próximos passos a serem dados seriam a definição das unidades básicas da drenagem – ou seja, as bacias – dentro dos municípios, para que então fossem utilizadas as informações hidrológicas fornecidas aqui.

Considerando as técnicas e métodos utilizados, tem-se que os valores encontrados para Alexânia variam entre R\$ 24 milhões e R\$ 71 milhões. Para Santo Antônio do Descoberto, essa faixa é de R\$ 70 milhões a R\$ 160 milhões. Essas faixas consideram as variações de resultados devido às diferentes metodologias, e somam os menores e os maiores valores de cada vertente, como evidenciado na Tabela 79.

Tabela 79: Faixas otimistas e pessimistas de investimentos em saneamento.

Alexânia	Lixo	Água	Esgoto	Total
Valor mais baixo	8,70	4,99	10,64	24,33
Valor mais alto	36,10	9,68	25,12	70,90
Santo Antônio do Descoberto	Lixo	Água	Esgoto	Total
Valor mais baixo	14,13	18,28	37,47	69,88
Valor mais alto	48,10	30,29	81,80	160,19

De maneira geral, os objetivos deste trabalho foram atingidos com sucesso. A escolha das metas e projeções que compõem o cenário escolhido para análise se mostrou interessante, mas atenta-se para a construção de outros cenários para avaliações mais completas, vista a dificuldade de se prever o comportamento dos municípios, especialmente ao longo prazo.

Os municípios de Alexânia e Santo Antônio do Descoberto estão inseridos no contexto político-econômico complexo da RIDE DF e Entorno. Soluções regionais, desde que atendam às necessidades específicas de cada município são bem-vindas, inclusive gerando economias de escala e melhoria da qualidade da gestão. A proposta de um planejamento regional do saneamento, no entanto, não exime os municípios de elaborarem seus próprios planos municipais.

Ademais, percebe-se a complexidade de gerir e planejar sistemas de saneamento. As variadas facetas sociais, econômicas, técnicas e ambientais demandam igual atenção, uma vez que projetos propostos devem ser sustentáveis em todos esses aspectos. É necessário, então, o alinhamento de todos os setores da sociedade com os objetivos almejados.

Conclui-se, finalmente, que a análise de cenários, assim como o planejamento, não é algo fixo, mas sim orgânico e mutável. É necessário o acompanhamento constante da evolução dos indicadores, das hipóteses e metas adotadas para que se possa verificar ou não a concretização do cenário suposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. M. N. Vasconcelos, M. M. (2015). *Projeção da População Total das RIDE's Petrolina-Juazeiro, Grande Teresina e Distrito Federal*. Brasília.
- Agência Nacional de Águas - ANA. (08 de 12 de 2015). *Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos*. Fonte: SNIRH: snirh.gov.br/hidroweb
- BRASIL. (23 de Dezembro de 2010). *Decreto Nº 7.404 de 23 de Dezembro de 2010*. Acesso em 01 de Novembro de 2015, disponível em Planalto.gov: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm
- BRASIL. (2010). *Lei Nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010*. Acesso em 01 de Novembro de 2015, disponível em Planalto.gov: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm
- Fell, E. T., & Tremeá, E. M. (03 de Novembro de 2015). *O princípio do Protetor-Recebedor e o Proambiente: Limites e possibilidade da compensação financeira*. Fonte: Âmbito Jurídico: http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=2482
- FGV. (2008). *Estudo Sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- GEOPLANO. (2014). *Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Cocalzinho de Goiás*. Cocalzinho de Goiás: GEOPLANO.
- Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. (2003). *Programa de Modernização do Setor Saneamento - PMSS II*. 2003: BRASIL.
- Ministério das Cidades. (2003). *Diagnóstico das Condições de Saneamento nos Municípios do Entorno de Brasília – DF*. Ministério das Cidades, Brasília.
- Ministério das Cidades. (2010). *Nota Técnica SNSA Nº 492/2010_ Resumo_01/2011*. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.
- Ministério das Cidades. (2011). *Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico*. Brasília: BRASIL.
- Montenegro, M. H., & Timóteo, T. F. (2013). Otimização da alocação de cargas em aterros sanitários regionais. *Conexão Academia*, 69 - 78.
- Peixoto, J. B. (2006). *Avaliação de Cenários de Gestão e Prestação dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário dos Municípios do Entorno do Lago de Furnas - MG*. Projeto Furnas.

Vital, M. H., Ingouville, M., & Pinto, M. C. (2014). Estimativa de investimentos em aterros sanitários para atendimento de metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos entre 2015 e 2019. *BNDES Setorial*, 43-92.

ANEXO A – Mapas de Restrições para Locação de Aterros Sanitários